

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Année scolaire 1908-1909. — N° 1

SUR LA FONCTION D'EXCRÉTION CHEZ LES INSECTES SALICICOLES

ET EN PARTICULIER

SUR L'EXISTENCE DES DÉRIVÉS SALICYLÉS

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Et soutenue publiquement le 27 mai 1909

POUR OBTENIR LE DIPLOME SUPÉRIEUR DE PHARMACIEN DE 1^{re} CLASSE

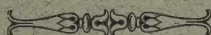
PAR

A.-CH. HOLLANDE

Docteur de l'Université de Lyon (Pharmacie)

Licencié ès sciences

Né à Chambéry, le 29 janvier 1881



GRENOBLE

TYPOGRAPHIE ET LITHOGRAPHIE ALLIER FRÈRES

26, Cours de Saint-André, 26

1909

SUR LA FONCTION D'EXCRÉTION

CHEZ LES INSECTES SALICICOLES

ET EN PARTICULIER

SUR L'EXISTENCE DES DÉRIVÉS SALICYLÉS

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Année scolaire 1908-1909. — N° 1

SUR LA FONCTION D'EXCRÉTION CHEZ LES INSECTES SALICICOLES

ET EN PARTICULIER

SUR L'EXISTENCE DES DÉRIVÉS SALICYLÉS

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Et soutenue publiquement le 27 mai 1909

POUR OBTENIR LE DIPLOME SUPÉRIEUR DE PHARMACIEN, DE 1^{re} CLASSE

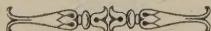
PAR

A.-CH. HOLLANDE

Docteur de l'Université de Lyon (Pharmacie)

Licencié ès sciences

Né à Chambéry, le 29 janvier 1881



GRENOBLE

TYPOGRAPHIE ET LITHOGRAPHIE ALLIER FRÈRES

26, Cours de Saint-André, 26

1909

PERSONNEL DE LA FACULTÉ

MM. HUGOUNENQ DOYEN
J. COURMONT ASSESSEUR
LORTET DOYEN HONORAIRE

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. CHAudeau, AUGAGNEUR, MONOYER, BONDET, MAYET, SOULIER, TRIPIER

PROFESSEURS

Cliniques médicales.....	MM. LÉPINE
	TEISSIER
	BARD
Cliniques chirurgicales.....	PONCET
	JABOULAY
Clinique obstétricale et Accouchements.....	FABRE
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.....	ROLLET
Clinique des maladies mentales.....	NICOLAS
Clinique des maladies des enfants.....	PIERRET
Clinique des maladies des femmes.....	WEILL
Physique médicale.....	POLLOSSON (A.)
Chimie médicale et pharmaceutique.....	CLUZET
Chimie organique et Toxicologie.....	HUGOUNENQ
Matière médicale et Botanique.....	CAZENEUVE
Parasitologie et Histoire naturelle médicale.....	BEAUVISAGE
Anatomie.....	GUIART
Anatomie générale et Histologie.....	TESTUT
Physiologie.....	RENAUT
Pathologie interne.....	MORAT
Pathologie et Thérapeutique générales.....	ROQUE
Anatomie pathologique.....	COLLET
Médecine opératoire.....	PAVIOT
Médecine expérimentale et comparée.....	POLLOSSON (M)
Médecine légale.....	ARLOING
Hygiène.....	LACASSAGNE
Thérapeutique.....	COURMONT (J.)
Pharmacologie.....	PIC
	FLORENCE

PROFESSEURS ADJOINTS

Physiologie, cours complémentaire.....	MM. DOYON
Maladies des oreilles, du nez et du larynx.....	LANNOIS
Pathologie externe.....	VALLAS
Maladies des voies urinaires.....	ROCHET

CHARGÉS DE COURS COMPLÉMENTAIRES

Propédeutique chirurgicale.....	MM. BÉRARD,	agrégé
Propédeutique de gynécologie.....	CONDAMIN,	—
Chirurgie infantile.....	NOVÉ-JOSSERAND,	—
Hygiène administrative.....	LESIEUR,	—
Accouchements.....	COMMANDEUR,	—
Matière médicale.....	MOREAU,	—
Embryologie.....	REGAUD,	—
Anatomie topographique.....	PATEL,	—

AGRÉGÉS

MM.	MM.	MM.	MM.
BARRAL	REGAUD	J. LEPINE	VORON
SAMBUC	COMMANDEUR	LESIEUR	NOGIER
COURMONT (P.)	GAYET	MARTIN (ÉL.)	MOUNEYRAT
CHATIN	MOREL	CAVAILLON	LATARJET, ch....
VILLARD	NEVEU-LEMAIRE	LAROYENNE	BERIEL, ch....
TIXIER	PATEL		BRETIN, ch....

M. BAYLE, Secrétaire

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

M. GUIART, *Président*; M. SAMBUC, *Assesseur*
MM. REGAUD et MOREL, *Agrégés*

La Faculté de Médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
Introduction.....	7
Techniques; méthodes de recherches des composés salicylés...	11
Liste des insectes salicicoles étudiés	14
I. Étude chimique de la salicine.....	15
Historique de la découverte de la salicine.....	15
Localisation de la salicine dans les plantes	15
Extraction de la salicine	17
Caractères physico-chimiques de la salicine.....	17
Composés salicylés rencontrés chez les salicinées.....	19
II. Transformations de la salicine après son absorption dans le corps des insectes salicicoles	22
Absorption de la salicine.....	25
Dédoublement de la salicine dans le sang.....	25
Tableau indiquant la présence ou l'absence de la salicine et de ses dérivés dans les tissus de l'insecte durant la digestion, l'absorption et l'excrétion des aliments.....	27
Élimination de la salicine sous sa forme d'aldéhyde salicylique..	28
Élimination de la salicine sous sa forme d'acide salicylique....	29
III. Organes d'excrétion des insectes salicicoles (étude histologique). 30	
a) Tubes de Malpighi :	
Particularités de ces organes chez <i>Tachyptilia populella</i> Clerh. (microlépidoptère).....	32
Plastes pigmentaires des tubes de Malpighi de ce microlépi- doptère	32
Nature chimique du pigment des plastes.....	32
Matière vivante des plastes.....	33
Extravasation du pigment des plastes sous l'influence de l'eau chlorurée.....	34
Origine des plastes pigmentaires.....	35
Évolution des plastes pigmentaires.....	35
Rôle des plastes durant la nymphose.....	37
b) Cellules à urates :	
Cellules à urates de la larve du <i>Cimbex saliceti</i> Z.....	40
Formation de la vacuole à urate, corps acidophile.....	41
IV. Organes d'excrétion (<i>suite</i>) :	
c) Glandes métamériques à aldéhyde salicylique.....	43
Description de ces organes glandulaires chez les larves de <i>Melasoma</i> et de <i>Plagiodera</i>	44
Description de ces organes glandulaires chez l' <i>Aromia Mos-</i> <i>chata</i> L. adulte	46
Genèse de l'aldéhyde salicylique dans le produit de cette sécrétion glandulaire.....	48

	Pages.
V. Organes d'excrétion (<i>fin</i>) :	
<i>d</i>) Les pores cœlomiques ; leur rôle dans l'excrétion de la salicine.	52
Pores cœlomiques des larves de Cimbicides et en particulier de la larve du <i>C. saliceti</i> (hyménoptères)	53
Sortie du sang par les articulations fémorotibiales des pattes (<i>Melasoma</i> adultes coléoptères)	55
Sortie du sang par le collier chez le <i>Leucoma salicis</i> L. (lépidoptère)	56
Recherches des composés salicylés dans le sang de ces insectes	57
Les pores cœlomiques de la larve du <i>Cimbex saliceti</i> , les appareils de sortie du sang chez les <i>Melasoma</i> et le <i>Leucoma salicis</i> L. ne contribuent pas à l'excrétion de la salicine...	58
VI. Conclusions générales	60
Index bibliographique	63
Explication des planches	69



INTRODUCTION

L'excrétion chez les insectes s'effectue le plus souvent au moyen d'organes spéciaux, les tubes de Malpighi. Ces tubes, qui rarement peuvent manquer (Colembolles), éliminent de l'organisme animal les urates, les oxalates ainsi que la taurine et la leucine, tous produits de déchets, résultats des phénomènes d'oxydation et de réduction qui s'exercent durant l'activité vitale.

Actuellement ces divers phénomènes sont assez bien connus, mais il n'en est pas de même de ceux qui accompagnent l'excrétion des produits spéciaux, tels que les glycosides des plantes qui peuvent être introduits dans l'organisme de l'insecte en même temps que la nourriture (feuilles, bourgeons, etc.).

Aussi avons-nous tenté de rechercher ce qu'il advenait de ces composés chimiques après leur introduction dans le tube digestif des insectes, tout en nous efforçant de reconnaître s'ils jouaient un rôle particulier dans le fonctionnement vital de l'organisme de l'insecte ou si, au contraire, sans avoir été utilisés, ils étaient rejetés tels quels avec les excréments.

A cet effet, nous nous sommes adressés de préférence à un glycoside dont la constitution, les réactions et les dérivés

chimiques fussent nettement établis, à un glycoside qui existât en quantité suffisante dans les feuilles de la plante nourricière afin de pouvoir le suivre dans l'organisme de l'insecte, à un glycoside enfin appartenant à des plantes suffisamment communes dans nos régions pour que, tout en pouvant nous les procurer aisément, nous puissions étendre nos recherches au plus grand nombre d'insectes possible.

Notre choix a porté sur la salicine, glycoside qui remplissait la plupart de ces conditions.

Par insectes salicicoles, nous désignerons donc, dans ce travail, tous les insectes qui vivent sur les plantes renfermant soit la salicine, soit les composés chimiques dérivés de ce glycoside; autrement dit, nous ne dénommerons « insectes salicicoles » que ceux qui se nourrissent uniquement de plantes renfermant le groupement chimique « salicyl ».

Au cours de ces recherches, nous avons pu observer les réactions accomplies par la cellule animale vis-à-vis d'un glycoside, suivre la transformation de ce glycoside en alcool, aldéhyde et acides dérivés, et par suite étudier de quelle façon cette même cellule animale se comportait en présence de la série de ces fonctions chimiques ainsi mises en liberté.

Nous avons pu, de la sorte, reconnaître que la salicine, introduite avec les aliments de l'insecte, arrive dans le tube digestif où elle séjourne un temps plus ou moins long sans être attaquée par les sucs digestifs; qu'elle n'arrive dans le liquide coelomique ou sang de l'insecte qu'après avoir été absorbée du suc intestinal par les « cellules absorbantes » de l'estomac chylique et que ce n'est que

dans ce liquide cœlomique que, sous l'influence de ferments, son dédoublement se produit.

A partir de cet instant, les transformations de la salicine se succèdent rapidement, passant de l'état d'alcool à l'état d'aldéhyde puis d'acide salicyliques. Ensuite a lieu son excrétion qui ne s'effectue que sous ces deux derniers états, soit au moyen des cellules glandulaires des organes métamériques des larves des *Melasoma* et *Plagiodera* ou de l'*Aromia moschata* L. adulte, soit au moyen des cellules des tubes de Malpighi; les cellules à urates (*Cimbicides*), les cellules graisseuses et les œnocytes n'ayant aucun pouvoir excréteur vis-à-vis des dérivés de la salicine.

Nous commencerons cette étude de l'excrétion de la salicine chez les insectes par un exposé chimique de ce glycoside, dans lequel nous rappellerons brièvement les diverses propriétés de la salicine ainsi que les composés auxquels elle peut donner naissance, puis, successivement, nous passerons en revue les divers organes excréteurs (tubes de Malpighi, cellules à urates, pores cœlomiques, etc.) que peuvent présenter les insectes salicicoles; dans leur produit nous rechercherons les composés salicylés, et, finalement, résumant ces recherches, nous exposerons en quelques pages les résultats auxquels nous serons arrivés.

.
Je me ferai un devoir de remercier auparavant M. le professeur Guiart, qui a bien voulu me faire l'honneur d'accepter la présidence de ce modeste travail présenté comme thèse de pharmacien supérieur, qu'il soit assuré de toute ma profonde reconnaissance, ainsi que MM. Sambuc,

Regaud et Morel, dont je me rappellerai toujours l'accueil sympathique avec lequel ils m'ont reçu et les doctes conseils qu'ils m'ont donnés.

Je n'oublierai pas non plus mon maître distingué, le professeur Léger, qui a eu l'amabilité de mettre à ma disposition à la Faculté des Sciences de Grenoble son laboratoire d'études zoologiques. Je lui adresse ici mes plus sincères remerciements.

TECHNIQUES MICROSCOPIQUES ET MÉTHODES DE RECHERCHES DES COMPOSÉS SALICYLÉS

Les diverses techniques employées dans ce travail sont les suivantes :

Fixation des tissus.

1° Par le sublimé de Schaùdinn.

2° Par la liqueur formo-picrique de Bouin-Duboscq (formule donnée par Brasil, 1905).

Coloration des coupes.

1° Par l'hématoxyline ferrique suivie d'une coloration à l'éosine ou au lichtgrün.

2° Par la méthode longue de Mann (bleu de méthyle-éosine.)

3° Par le mélange suivant :

Solution hydro-alcoolique (70 + 30) à 2 % de thionine S. F. 7 parties.

Solution hydro-alcoolique (70 + 30) à 1 % de fuchsine acide S. F. 5 —

Solution hydro-alcoolique (70 + 30) à 2 % de érythrosine Grüber 3 —

Solution aqueuse phéniquée à 15 % 4 —

[Soit 15 centimètres cubes d'acide phénique officinal (ancien codex) pour un litre d'eau distillée.]

Pour colorer les coupes on ajoute à 1 centimètre cube du mélange colorant 50 centimètres cubes d'eau distillée et 1 centimètre cube d'eau de chlore saturée et récente. Dans ce nouveau mélange, la coupe séjourne au maximum dix minutes (cinq souvent suffisent) ; ensuite on la lave à l'eau distillée et on la plonge dans l'acétone pure où

s'effectue la différenciation (temps variable); de l'acétone on la passe dans une solution acétone-chloroformique au tiers (soit chloroforme deux parties pour une d'acétone), puis dans le xylol. On monte au baume de canada-xylol.

J'ai souvent eu recours à la méthode excellente du collodionage des cellules de Regaud, ce qui m'a permis d'éviter de fâcheux déplacements ou décollements des parties chitineuses des insectes.

*Recherche de l'alcalinité et de l'acidité des produits
de l'organisme des insectes.*

Pour préparer le réactif nécessaire à ces opérations, opérer comme suit :

Dissoudre dans l'eau distillée en ébullition la matière colorante (anthocyanine) de l'écorce du radis ; concentrer la liqueur à la moitié de son volume initial, filtrer, évaporer au bain-marie, reprendre le résidu par l'éther qui dissout presque uniquement l'anthocyanine.

Cette matière colorante violette vire en bleu avec les alcalis, et en rouge cerise avec les acides.

Recherche de la salicine.

Cette recherche a été faite par l'acide sulfurique qui donne avec la salicine une coloration rouge intense qui disparaît après addition d'eau.

Recherche de l'acide salicylique dans les excréments.

On épuise les excréments par de l'éther sulfurique ; on évapore la solution ; le résidu fournit une coloration violette

avec le perchlorure de fer (solution officinale diluée au 1/100) dans le cas où il se trouve des traces d'acide salicylique.

Sur ce résidu il a été également effectué les réactions de Moreau et de Jorissen.

Réaction de B. Moreau. — A une solution aqueuse de permanganate de potasse, ajouter goutte à goutte une solution de soude jusqu'à coloration violette. En présence de traces d'acide salicylique, on obtient une teinte verte à froid.

Réaction de Jorissen. — Dissoudre le résidu éthéré par une goutte d'eau; ajouter une trace d'acide acétique et une égale quantité d'une solution aqueuse au 1/10 de nitrite de potasse et une goutte de sulfate de cuivre au 1/100 (Jorissen emploi du sulfate de cuivre au 1/10); en chauffant on obtient une belle coloration rouge.

Recherche de l'aldéhyde salicylique.

L'aldéhyde salicylique est reconnaissable à son odeur et à sa saveur particulières.

Il recolore plus ou moins rapidement une solution aqueuse de fuchsine (1 %) décolorée au préalable par le bisulfite de soude (réaction commune aux aldéhydes).

Ce composé chimique réduit encore la liqueur de nitrate d'argent ammoniacal et celle d'acétate de cuivre; avec cette dernière il produit des salicylates caractéristiques.

LISTE DES INSECTES SALICICOLES ÉTUDIÉS DANS CE TRAVAIL

Cette liste a été établie afin d'éviter toute confusion dans la dénomination des insectes que nous avons étudiés au point de vue de l'excrétion de la salicine. Les noms sous lesquels nous les désignons sont ceux qui leur sont attribués dans les catalogues de Heyden, Reitter et Weise pour les Coléoptères, de la faune de Belgique d'Aug. Lameere (1907) pour les Hyménoptères, de Sériziat pour les Lépidoptères ¹ :

Coléoptères :

<i>Aromia</i> <i>moschata</i> L.	
<i>Rhopalopus</i> <i>clavipes</i> F.	} Ces deux insectes ne sont pas
<i>Purpuricenus</i> <i>köhleri</i> L.	
<i>Plagiodera</i> <i>versicolor</i> Laich.	} salicicoles.
<i>Melasoma</i> <i>populi</i> L.	
— <i>tremulae</i> F.	
— <i>saliceti</i> Ws.	

Lépidoptères :

Leucoma *salicis* L. ;
Tachyptilia *populella* Clerk.

Hyménoptères :

Cimbex *saliceti* Zad.
— *lutea* Linn.
Nematus *salicis* L.

Hemiptera :

(Aphides.)
Lachnus *salicis* L.

¹ Nous nous faisons un devoir de remercier ici MM. Constant Houllert et Oberthür, ainsi que M. A. Vuillet, qui ont eu l'amabilité de bien vouloir nous déterminer les insectes larvaires et adultes que nous leur avons soumis.

PREMIÈRE PARTIE

Étude chimique de la Salicine.

La Salicine et les Salicinées.

HISTORIQUE. — La salicine a été découverte dans l'écorce d'un saule (*Salix alba*) en 1825, par Fontaine, pharmacien à Lazizza, près de Vérone.

Dans la suite, elle fut l'objet d'un grand nombre de recherches.

Successivement signalée par Leroux¹ (1830) dans le *Salix helix*; par Braconnot dans le tremble (*Populus graeca*), dans le *Salix fissa* et le *Salix amygdalina*; elle fut ensuite reconnue dans la plupart des espèces appartenant aux Salicinées et aussi chez quelques plantes classées dans d'autres familles², par exemple chez les *Ulmariées*.

LOCALISATION DE LA SALICINE ET TENEUR EN SALICINE DE LA PLANTE. — La salicine se trouve surtout localisée dans les tissus libériens de la plante, elle peut toutefois se rencontrer en petite quantité dans d'autres parties de la plante.

La teneur en salicine des plantes varie énormément

¹ Leroux, *Ann. chimie phys.* (2), t. XLIII, p. 448, 1830.

² Vickers a trouvé la salicine chez le *Crepis fetida*.

d'une espèce à l'autre, et même dans la même espèce d'une époque à l'autre.

Brown (1893), qui a effectué diverses extractions de la salicine chez un même saule, trouve ainsi des résultats différents dans la teneur de cette plante en salicine, suivant les époques auxquelles ces extractions sont pratiquées.

Cet auteur, ayant divisé l'écorce d'un saule en trois parties, à savoir : l'écorce interne, l'écorce moyenne et l'écorce externe, trouve dans une première extraction (1893), pour :

L'écorce interne, une teneur en salicine de ...	11,3 %
— moyenne, — — —	8,0 %
— externe, — — —	2,5 %

Soit une moyenne de 5,8 % de salicine.

Une année plus tard, Brown continuant ses recherches, recommence la série de ces dosages et trouve au printemps une moyenne de 7,38 % de salicine et en automne une moyenne de 6,66 %. Brown, pense que la différence entre ces chiffres est liée à une plus forte poussée de sève.

Cette analyse a été critiquée par divers auteurs anglais et entre autres par Dott, Stephenson et Hill; ils prétendent qu'il est difficile, d'une part, de bien séparer les parties constituantes de l'écorce du saule et que, d'autre part, outre la plus ou moins forte poussée de la sève, il faut encore tenir compte des variations possibles du taux de la salicine suivant les influences de températures et suivant la plante elle-même.

En un mot, nous devons retenir que la teneur d'une plante en salicine n'est pas constante.

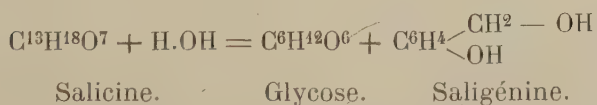
EXTRACTION DE LA SALICINE. — Pour extraire la salicine des plantes, on peut recourir avantageusement au procédé employé par Nées. A cet effet, « on fait bouillir dans de l'eau distillée l'écorce de la plante; puis on ajoute de l'hydrate de chaux qui précipite le tannin; on filtre, on évapore le liquide à consistance sirupeuse; on décolore et retient les gommés en faisant passer la liqueur sur du noir animal; enfin des évaporations successives, dont les produits sont repris par l'eau bouillante, permettent d'obtenir la salicine à peu près pure¹ ».

CARACTÈRES PHYSICO-CHIMIQUES DE LA SALICINE. — La salicine se présente en belles aiguilles prismatiques, blanches, transparentes, à éclat satiné rappelant le sulfate de quinine.

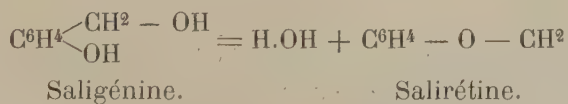
La salicine est complètement dépourvue d'odeur, mais possède une saveur très amère.

Au point de vue chimique, la salicine est un glycoside qui, sous l'influence des acides, se dédouble, en absorbant une molécule d'eau, pour donner naissance à du *glycose* et à de la *saligénine*, ou alcool salicylique.

Ce dédoublement s'effectue suivant l'équation :



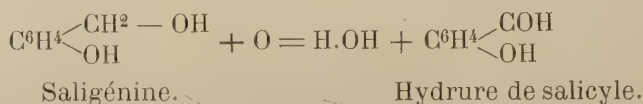
Si de la saligénine on retranche une molécule d'eau, on obtient l'anhydride salicylique, appelé *salirétine*; on a ainsi :



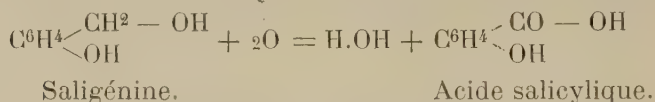
¹ Nées, cit. par Dupuy, *Glycosides*.

La saligénine, en présence de l'oxygène naissant (mélange de bioxyde de manganèse et d'acide sulfurique dilué), donne lieu à la formation d'une molécule d'eau et d'un composé nouveau l'aldéhyde salicylique ou hydrure de salicyle, élément constituant l'essence de reines des prés et de l'odeur des glandes des *Melasoma populi*, *tremulae* et *saliceti*.

La réaction qui donne naissance à l'hydrure de salicyle peut s'écrire :



Quand on prolonge l'oxydation de l'alcool salicylique, on obtient la formation de l'acide salicylique ; on a alors :



Notons que l'acide salicylique ainsi formé mis en présence des alcools peut réagir à son tour sur les composés et donner naissance à des éthers correspondants tels que les salicylates d'éthyle, de méthyle, etc., dont les odeurs pénétrantes sont caractéristiques.

En outre de la formation de ces dérivés, on peut aussi reconnaître la salicine à son point de fusion qui est + 120°.

Au contact de l'acide sulfurique pur et concentré, la salicine se colore en rouge foncé, coloration qui disparaît par l'addition d'une petite quantité d'eau. Cette réaction permet de distinguer la salicine de la populine, la populine fournissant au contact de l'acide sulfurique une coloration rouge qui ne disparaît pas par addition d'eau.

La salicine n'est précipitable que par l'acétate de plomb neutre ou basique ¹.

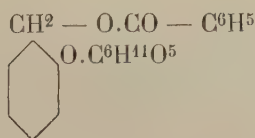
Le chlorure d'acétyle en présence de la salicine forme, en vase clos et à basse température, de la tétracétyl-salicine qui est soluble dans l'alcool, l'éther et l'eau; ce dernier composé, par l'action des acides étendus, se dédouble en acide acétique, salirétine et glycose.

Enfin le chlore et le brome agissent sur la salicine en formant, d'une part, de la chlorosalicine qui cristallise en aiguilles nacrées et, d'autre part, de la bromosalicine à odeur d'amandes amères qui, en contact avec la synaptase, donne la bromosaligénine.

COMPOSÉS SALICYLÉS RENCONTRÉS CHEZ LES SALICINÉES. — En outre de la salicine, on trouve chez les salicinées des glycosides dérivés de la salicine; souvent même ces dérivés salicylés pouvant exister dans la plante à côté de la salicine. Les plus connus de ces composés sont la *salicinéréine*, la *populine*, la *spiraeine*, la *salinigrine*, etc.

La *salicinéréine* a été découverte en 1890 par Jacoby, dans le *salix cinerea*; ce composé aurait pour formule chimique : $C^{15} H^{20} O^7$.

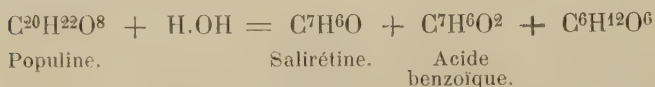
La *populine* ($C^{20} H^{22} O^8$) a été trouvée par Braconnot (1831) dans le *salix purpurea*; sa formule détaillée correspondrait au schéma :



¹ Garçon, *Traité de chimie* (application), t. II, p. 1167.

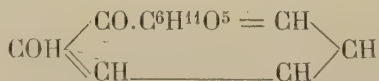
qui indiquerait que la populine ne serait autre que de la benzoyl-salicine.

La populine traitée par les acides bouillants se transforme en acide benzoïque, salirétine et glycose, suivant l'équation :

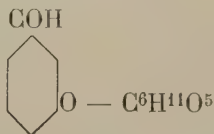


En présence de l'acide sulfurique concentré, la populine fournit une coloration rouge, d'où une addition d'eau précipite la « rutiline »

En oxydant la salicine au moyen de l'acide azotique, on obtient l'hélicine et Beijerinck pense que la spiraeine n'est autre que l'hélicine ($\text{C}^{43} \text{H}^{16} \text{O}^7$). Ce serait un *salicylaldéhyde-glycoside* qui peut être représenté par le schéma que voici :



Dans l'écorce du *salix discolor* Mühlb., il existerait aussi, d'après Jowet et Potter, un glycoside, la *salinigrine*, dont la formule développée serait :



En résumé, tous ces glycosides dérivent de la salicine et peuvent, à un moment donné, coexister avec elle dans la même plante.

Mon intention n'est pas de m'étendre ici davantage sur la salicine, les dérivés et les propriétés de ce glycoside ;

je rappellerai pourtant que la salicine n'est pas un produit toxique, même à doses relativement élevées ; qu'introduite dans notre organisme, elle est éliminée par les reins sous la forme d'acide salicylique¹. Son emploi prolongé pourrait même donner naissance à la formation d'acide benzoïque et d'acide hippurique².

Je rechercherai s'il en est de même chez les insectes et, au cours de l'étude de cette excrétion, j'examinerai les transformations de la salicine ingérée par eux en même temps que leurs aliments, ainsi que l'action de leurs sucs digestifs et de leur liquide coelomique (sang) sur ce glycoside. Enfin, l'élimination de la salicine chez ces animaux, la forme sous laquelle ils la rejettent, les organes qui en sont chargés seront le principal objet de mes recherches.

¹ Récemment K. Omi (1908) vient d'indiquer que chez le lapin, le mouton, le porc et le bœuf, l'hydrolyse de la salicine n'avait pas lieu dans le tube digestif qui ne produit aucune diastase dédoublant la salicine ; celle-ci étant hydrolysée par les purées d'organes divers (foie, rein...). Cf. Critique d'E. Lambling. *Journal de physiologie et pathologie générale*, t. X, n° 6, 1908, p. 1099.

² Cf. Hugounenq, *Traité de chimie, physiologie et pathologie* (1903).

DEUXIÈME PARTIE

Transformations de la salicine après son absorption dans le corps des insectes salicicoles.

Connaissant la nature chimique de la salicine, nous pouvons maintenant étudier les transformations subies par ce glycoside dans l'organisme de l'insecte.

A cet effet, je rappellerai la disposition générale de l'organisme d'un insecte. Le corps d'un insecte est essentiellement constitué d'une cavité générale appelée plus ou moins justement *cœlome*, et limitée à l'extérieur par une assise de cellules ectodermiques sécrétant une substance dure, coriace, qui constitue la chitine ; cette cavité est traversée d'un bout à l'autre par le tube digestif ; la partie supérieure ou partie dorsale de la cavité renferme un canal plus ou moins développé, généralement contractile et qui forme le cœur de l'insecte ; la partie inférieure ou partie ventrale de la cavité est parcourue par une chaîne nerveuse formée de ganglions espacés et reliés entre eux par des fibres nerveuses. Outre ces principaux organes, le *cœlome* renferme encore les appareils sexuels, les tissus musculaires et graisseux, ainsi que les trachées servant à la respiration. Enfin le *cœlome* est rempli d'un liquide

albuminoïde, contenant de petites cellules douées de mouvements propres¹ ; ce liquide est mis en mouvement par les contractions rythmiques du canal dorsal et constitue le sang de l'insecte.

Le tube digestif comprend, le plus souvent, trois parties principales :

1° *L'intestin antérieur* ou « stomodaeum » qui ne paraît être qu'une simple poche où les aliments ingérés se trouvent plus ou moins broyés par l'effort de muscles spéciaux ;

2° *L'intestin moyen* ou mésentéron, dénommé encore estomac chylifique, dans lequel s'effectuent réellement la digestion et l'absorption des aliments par suite de la présence en cette partie de l'intestin de cellules glandulaires sécrétant le suc digestif, et de « cellules absorbantes », absorbant les produits de la digestion ;

3° *L'intestin postérieur* ou proctodaeum, poche où s'accumulent les débris des aliments digérés avant d'être expulsés au dehors par l'anus.

Entre l'intestin moyen et l'intestin postérieur débouchent généralement les conduits des organes excréteurs ou « tubes de Malpighi ».

La réaction que présente le suc digestif des insectes est alcaline ; quelques auteurs ont pourtant signalé une légère acidité du suc intestinal dans la partie postérieure de l'intestin moyen ; cette acidité, qui ne se rencontre pas chez tous les insectes, est due au liquide sécrété par des cœcums, sorte d'expansions qui peuvent exister en cette partie de l'intestin et que l'on a nommés pour cette raison « cœcums gastriques. »

¹ Peu prononcés toutefois.

Chez les insectes salicicoles que j'ai observés, j'ai toujours trouvé un suc intestinal alcalin sur toute la longueur du tube digestif, peut-être cela tient-il aussi au genre de nourriture de ces insectes qui sont tous phytophages.

Nous voyons ainsi que dès son arrivée dans l'intestin de l'insecte salicicole, la salicine contenue dans les feuilles de la plante va se trouver en milieu alcalin, il est donc à présumer qu'elle n'y subira aucune modification, la salicine étant inattaquable par les alcalis.

Étudions donc comment cette salicine va se comporter une fois introduite dans l'intestin des insectes salicicoles et, pour cela, observons-là dès son ingestion dans l'intestin d'un insecte salicicole typique, par exemple chez le *Melasoma saliceti* Ws. dont la larve et l'adulte sont uniquement phytophages.

Mais ici se présente une difficulté, la salicine ingérée avec les morceaux de feuille s'y trouve en quantité si minime qu'il devient pratiquement impossible de savoir ce qu'elle advient dans l'intestin de l'insecte.

Afin de remédier à cela, j'ai nourri des *Melasoma saliceti* (larves et adultes) avec des feuilles de saule dont la teneur en salicine a été augmentée en les immergeant au préalable dans une solution aqueuse concentrée de salicine; par évaporation rapide, cette solution laisse déposer un fin duvet de salicine sur les deux faces de la feuille.

En suivant progressivement la digestion de telles feuilles, on voit qu'à la fin de la première heure qui suit l'ingestion, les *Melasoma* présentent un intestin antérieur rempli de débris végétaux dont les cellules constituanes ne sont presque pas dissociées. Après la seconde heure, les cel-

lules végétales se montrent désagrégées, plusieurs d'entre elles se rencontrent déjà dans l'intestin moyen ; là leur contenu se vide peu à peu sous l'influence de l'attaque du suc digestif, mais ce n'est qu'au bout de la troisième heure, lorsque la digestion des éléments végétaux est en pleine période d'activité, que commence l'absorption des aliments. A ce moment, l'acide sulfurique teint vivement en rouge les cellules absorbantes de l'intestin moyen, marquant ainsi l'absorption de la salicine. Ce glycoside nous apparaît donc comme ne subissant pas de dédoublement en présence des sucs digestifs ; pourtant, il nous faut avouer que ce passage direct de la salicine à travers les cellules intestinales n'implique pas que les choses se passent de la même façon à l'état naturel de la vie de l'insecte ; il se peut que la très minime quantité de la salicine ingérée avec les aliments puisse être, au fur et à mesure de son ingestion, transformée par les ferments digestifs ; une observation vient toutefois à l'appui de notre expérimentation : on rencontre des traces de salicine dans le sang des larves du *Cimbex saliceti*, ces traces sont même suffisantes pour communiquer au sang de cet insecte une amertume prononcée. Quoi qu'il en soit, nous constaterons néanmoins que la salicine peut arriver dans le sang d'un insecte salicicole sans avoir pour cela subi de dédoublement par les sucs digestifs.

La salicine, arrivée dans le sang, ne demeure pas longtemps à l'état de glycoside ; sous l'influence probable de ferments, elle se transforme bientôt et sa présence ne se manifeste plus que sous la forme de deux de ses dérivés, l'aldéhyde et l'acide salicyliques.

Je me suis efforcé de suivre *in vivo* la marche de ces

transformations de la salicine ; à cet effet, en expérimentant comme il a été dit sur des *Melasoma saliceti* (larves et adultes) j'ai examiné à diverses reprises, pendant les six premières heures qui suivirent l'ingestion des feuilles salicinées, le sang, les cellules sanguines (œnocytes, cellules péricardiques), les tubes de Malpighi, les cellules graisseuses de ces insectes, recherchant dans ces éléments la présence ou l'absence de l'aldéhyde et de l'acide salicyliques.

J'ai résumé en ce tableau les divers résultats que j'ai obtenus.

TABLEAU indiquant l'absence ou la présence des produits salicylés dans les divers tissus des *Melasma* durant la digestion, l'absorption et l'élimination de la salicine chez ces insectes.

HEURES auxquelles les recherches ont été effectuées	COMPOSÉS CHIMIQUES recherchés	RECHERCHES effectuées sur les cellules de l'intestin			RECHERCHES effectuées sur les tubes de Malpighi	RECHERCHES sur le liquide sanguin	RECHERCHES sur les cellules péricardiques, les cœnoctes et les cellules graisseuses
		antérieur	moyen	postérieur			
A la première heure	Salicine Acide salicylique Aldéhyde —	néant néant néant	néant » »	néant » »	néant » »	néant » »	néant » »
A la deuxième heure	Salicine Acide salicylique Aldéhyde —	traces néant néant	traces néant »	néant » »	néant » »	néant » »	néant » »
A la troisième heure	Salicine Acide salicylique Aldéhyde —	néant néant »	présent néant »	néant » »	néant » »	traces néant »	néant » »
A la quatrième heure	Salicine Acide salicylique Aldéhyde —	néant néant néant	traces néant »	néant » »	néant traces néant	traces néant ?	néant » »
A la cinquième heure	Salicine Acide salicylique Aldéhyde —	néant » »	néant » »	néant traces néant	néant présent néant	néant néant néant	néant » »
A la sixième heure	Salicine Acide salicylique Aldéhyde, —	néant » »	néant » »	néant » »	néant ? néant	néant » »	néant » »

NOTA. — Les heures sont comptées à partir du moment où la nourriture a été enlevée aux insectes.

Les réactions chimiques effectuées pour déceler les composés salicylés sont celles indiquées au début de ce travail, dans un paragraphe spécial.

C'est ainsi qu'on peut observer que la salicine, après son arrivée dans le sang (3^e heure environ après son ingestion), est éliminée chez les larves des *Melasoma* sous deux formes : l'aldéhyde salicylique par des cellules glandulaires et l'acide salicylique par les cellules de tubes de Malpighi; chez les adultes cette élimination ne s'effectuant que sous la forme d'acide salicylique par les cellules malpighiennes.

Au cours de ces recherches, les cellules péricardiques, les œnocytes, les cellules graisseuses ne m'ont fourni aucune réaction positive.

La présence de l'acide salicylique est, du reste, difficile à mettre en évidence au moyen du perchlorure de fer; les cellules malpighiennes de ce *Melasoma* renferment une foule de petits granules pigmentaires bruns qui gênent considérablement dans l'appréciation de la coloration violette fournie par le réactif ferrique; néanmoins on peut se rendre compte que ce sont bien les tubes de Malpighi qui excrètent la salicine, sous forme d'acide salicylique ou de salicylates, en effectuant la réaction au perchlorure de fer sur les tubes de Malpighi d'un insecte ne présentant pas de cellules malpighiennes pigmentées, tels que ceux du *Melolontha vulgaris* L., *Melolontha* ¹ que l'on a eu soin, naturellement, d'alimenter au préalable avec des feuilles de saule ayant subi la même préparation que celles données en pâture aux *Melasoma saliceti* Ws.

L'acide salicylique excrété par les tubes de Malpighi est

¹ Chez les *Melolontha vulgaris*, l'acide salicylique n'est éliminé que par les tubes de Malpighi incolores; les portions crayeuses de ces tubes ne se sont jamais colorées en violet par le perchlorure de fer dans les mêmes conditions d'expérience.

rejeté par ces organes dans la lumière de l'intestin postérieur où il se trouve mélangé aux urates et aux débris cellulosiques des aliments non digérés; là il ne séjourne que peu de temps et est finalement expulsé au dehors avec les excréments, dans lesquels il est facile de le déceler en ayant soin d'opérer toutefois sur le résidu éthéré de leur lixiviation.

En résumé, ces observations montrent que durant la traversée digestive des aliments (environ six heures), la salicine n'est absorbée que par les « cellules absorbantes » de l'intestin moyen, à peu près vers la troisième heure qui suit son ingestion avec les aliments.

La salicine est absorbée, en partie du moins, sinon en totalité, à l'état de glycoside, autrement dit, elle ne paraît pas subir de dédoublement en présence des sucs digestifs alcalins de l'insecte.

La salicine est rapidement dédoublée une fois arrivée dans le sang de l'insecte; elle est éliminée chez les larves de *Melasoma saliceti* à l'état d'aldéhyde et d'acide salicylique, et seulement à l'état d'acide salicylique chez les adultes; les organes d'excrétion de l'aldéhyde étant constitués par des cellules glandulaires spéciales, alors que ceux de l'acide ne sont autres que les tubes de Malpighi.

TROISIÈME PARTIE

Organes d'excrétion des insectes salicicoles.

Tubes de Malpighi, cellules à urates, glandes métamériques et pores coelomiques.

L'excrétion de la salicine chez les insectes salicicoles s'effectue généralement par les tubes de Malpighi et parfois par des cellules glandulaires, comme nous venons de le voir, néanmoins il existe encore chez quelques-uns de ces insectes d'autres modes d'excrétion dont les éléments constitutifs sont les « cellules à urates » et les cellules graisseuses ; nous verrons aussi si nous devons considérer comme appartenant à l'appareil excréteur de la salicine les « pores coelomiques » rencontrés chez un petit nombre d'entre eux.

L'étude que nous allons entreprendre de ces organes sera surtout une étude anatomique et histologique qui, d'ailleurs, ne portera que sur les particularités que nous y aurons observées.

TUBES DE MALPIGHI. — Comme il était facile de le prévoir, les tubes de Malpighi des insectes salicicoles offrent les caractères généraux des tubes de Malpighi des autres insectes. Ces tubes « au point de vue histologique, sont

formés de l'intérieur à l'extérieur par une couche de cellules épithéliales, une membrane basale et une membrane chitineuse. Les cellules épithéliales sont grosses avec un noyau volumineux et des stries protoplasmiques dans la partie de la cellule tournée vers la lumière du tube, rappelant les cellules rénales des vertébrés¹. » Une fine bordure en brosse, formée de bâtonnets plus ou moins allongés, tapisse la surface libre de ces cellules excrétrices. Ces bâtonnets rempliraient, d'après Brüntz L.² (1908), un « rôle mécanique passif de formation de soutien ».

Au point de vue physiologique, la fonction d'excrétion des cellules des tubes de Malpighi est surtout mise en évidence par leur aptitude à éliminer du liquide coelomique les urates et les oxalates, la leucine et la taurine.

Schindler, Kowalevsky, Grandis et plus récemment Cuénot ont montré que les cellules des tubes de Malpighi étaient capables d'éliminer aussi du sang toute une série de matières colorantes préalablement injectées dans le coelome, telles que le bleu de méthylène, l'indigo-sulfate de soude et le vert d'iode. Par cette méthode des injections physiologiques, ces auteurs sont parvenus à mettre en évidence la réaction alcaline des cellules malpighiennes ; ils ont même signalé la puissance réductrice de ces cellules sur l'indigo qui les « traverse à l'état d'indigo blanc invisible³ ».

Fréquemment les tubes de Malpighi des insectes salici-

¹ Loc. cit. Henneguy, *Les insectes*, p. 80.

² L. Brüntz, *Sur la contingence de la bordure en brosse et la signification probable des bâtonnets de la cellule rénale*. Société biologique, LXV, 254, 10 juillet 1908.

³ L. Cuénot, *Études physiologiques sur les Orthoptères*. Archives biologiques, 1895, p. 296.

coles sont chargés de pigment (Melasoma, Plagiodera, Cimbex, Tachyptilia).

Ce pigment, qui, le plus souvent, se présente sous la forme de fins granules diversement colorés (bruns, jaunes ou verts), se différencie d'une façon notable chez *Tachyptilia populella* Clerk.

Les tubes de Malpighi de la chenille de ce Microlépidoptère renferment, en effet, dans leurs cellules, non pas des granules pigmentaires, mais plutôt des leucites, ou mieux encore des **plastés pigmentaires**.

Ces plastés se comptent au nombre de quarante à cinquante par cellule malpighienne et atteignent une dimension variant entre 5 et 7 μ . Ils sont localisés principalement du côté externe de la cellule, c'est-à-dire du côté opposé à la lumière du tube de Malpighi, et sont surtout groupés tout autour du noyau qui, au lieu d'être sphérique, est légèrement ramifié.

La forme de ces plastés est celle d'un disque (fig. 7, pl. II) ayant un centre obscur, sorte de hile formé par l'agglomération en cet endroit de la matière colorante jaune ou rouge dont les plastés sont teintés. A l'intérieur de ces plastés, on observe fréquemment deux, trois et même quatre strates concentriques.

La majorité de ces plastés sont colorés en jaune chez la larve, mais deviennent presque tous rouges chez la nymphe, avant l'hystolyse des tubes de Malpighi.

ÉTUDE CHIMIQUE DU PIGMENT DES PLASTES. — Le pigment de ces plastés est capable de changer de couleur en présence de l'oxygène.

En exposant en effet ces plastés, durant quelques minutes, dans une atmosphère humide d'oxygène, on les voit

virer en rouge ; mis alors dans une atmosphère humide d'anhydride carbonique, ils reprennent rapidement leur couleur jaune qu'ils avaient au début de l'expérience. Il semble que ce soit là un phénomène d'oxydation suivi d'un phénomène de réduction.

A peu près insoluble dans l'eau, les alcools méthylique et éthylique, les éthers, le sulfure de carbone, le benzène, le xylol, le chloroforme, ce pigment apparaît comme légèrement soluble dans la glycérine et l'eau salée (1 %).

Il ne donne pas la réaction de Gmelin ; il ne se colore pas en vert par la teinture d'iode, il ne fait donc pas partie de la classe des pigments biliaires.

Ce n'est, non plus, ni de l'urochrome, ni de l'uroérythrine, car il n'est pas soluble dans les solvants de ces pigments (alcool, chloroforme, etc.).

L'acide sulfurique, l'acide chlorhydrique et l'acide azotique le dissolvent, le premier en le colorant en violet foncé, les deux autres sans changement de couleur.

On ne peut identifier ce pigment à un lipochrôme, car il n'en présente pas les réactions spécifiques (coloration bleue au contact de l'acide sulfurique, solubilité dans le chloroforme, l'éther acétique, etc.).

Il n'est pas non plus à rapprocher de l'hémoglobine ou de ses dérivés, la recherche du fer par le ferrocyanure de potassium m'ayant toujours fourni un résultat négatif et n'ayant jamais observé de cristaux d'hématine avec l'acide acétique et le chlorure de sodium.

Les réducteurs tels que le sulfate ferreux, le sulfhydrate d'ammonium font enfin virer le pigment rouge en jaune.

MATIÈRE VIVANTE DU PLASTE. — Après l'action dissolvante de l'acide chlorhydrique sur le pigment de ce plaste, on voit

apparaître un substratum hyalin que l'on peut colorer après de grands lavages à l'eau, au moyen du Lichtgrün. Ce substratum nous apparaît formé par une matière albuminoïde¹, ce qui explique la contraction que prend le plaste lorsqu'on le traite par l'alcool éthylique absolu (fig. 8, pl. II). Le plaste se montre ainsi constitué **d'une matière albuminoïde vivante tenant en dissolution le pigment.**

EXTRAVASION DU PIGMENT. — Quand on laisse en contact plusieurs heures avec de l'eau salée (1 %) les tubes de Malpighi qui renferment de tels plastes, on voit peu à peu le pigment jaune virer en rouge (fait d'oxydation) (fig. 9, pl. II), puis le plaste se vacuoliser et, en se décolorant petit à petit, finir par s'entourer de fines gouttelettes rouge-carmin (fig. 14 et 15, pl. II). Il se produit donc une extravasation du pigment, une sorte « d'hémolyse » semblable à celle que produit le chlorure de sodium sur l'hémoglobine des globules sanguins des vertébrés.

Dans la suite, la coloration des gouttelettes augmente d'intensité, par apport de nouvelles quantités de pigment extravasé. La concentration augmentant, progressivement on arrive à la cristallisation du pigment (fig. 16, pl. II) dont les cristaux étonnent alors par leur ressemblance avec ceux de l'hémoglobine.

Durant son extravasation, j'ai remarqué que ce pigment était capable de colorer fortement la chromatine du noyau des cellules malpighiennes — et non leur cytoplasme — en un rouge vif, voisin de celui que l'on obtient par la teinture à la safranine.

¹ Se teinte en rose par le réactif de Millon ; est précipitée par l'acide picrique ou le sublimé corrosif.

Je ne sais si un tel fait suffit pour conclure à la basicité du pigment étudié, mais je crois cependant utile de le signaler.

ORIGINE DES PLASTES PIGMENTAIRES. — La disposition péri-nucléaire qu'occupent ces plastes paraît indiquer qu'ils ont une origine nucléaire ; sur des coupes transversales des tubes de Malpighi on voit bien le noyau des cellules malpighiennes se ramifier dans le cytoplasme, on croit suivre tous les débuts de la formation de ces plastes à partir des grains chromatiques (coloration à l'hématoxyline au fer), mais malgré cela, je n'oserais affirmer que les plastes dérivent du noyau.

ÉVOLUTION DU PLASTE PIGMENTAIRE. — Si je n'ai pu me rendre compte exactement de l'origine nucléaire de ces plastes, il m'a été néanmoins possible de suivre leur évolution dès le début de leur formation.

In vivo, on observe, en effet, à l'intérieur du cytoplasme des cellules malpighiennes — et surtout chez celles qui sont encore peu chargées en plastes — de petits filaments, de grandeurs diverses, souples, non cristallins, colorés en jaune et virant en rouge avec l'oxygène et, de même que les plastes, se recolorant en jaune par l'action de l'anhydride carbonique, fait qui montre une composition chimique semblable entre les filaments et les plastes pigmentaires.

Ces filaments se trouvent disséminés un peu partout dans le cytoplasme, mais les plus petits sont toujours les plus près du noyau ; ces filaments se rencontrent surtout abondamment autour des plastes déjà formés ; ils occupent ainsi la place des plastes qui apparaîtront dans la suite ; ce sont de ces filaments, du reste, que dérivent les plastes ;

ils constituent le stade primitif de leur formation, ou stade I.

Après s'être plus ou moins étirés, ces filaments s'enroulent progressivement sur eux-mêmes en commençant par une de leurs extrémités ; cet enroulement continuant, le filament aboutit finalement à la forme d'un ressort à boudin, comprimé sur lui-même (stade II) (fig. 10, 11 et 12, pl. II).

Dans une même cellule, on peut observer les états successifs de cet enroulement, on y voit des filaments ne présentant qu'un tour de spirale, d'autres en ayant deux ou trois, et ainsi de suite jusqu'à l'enroulement complet qui offre cinq à six tours de spire.

Souvent ces anneaux spiralés sont animés de mouvements de rotation saccadée, ce qui, au début de mes observations, m'avait fait penser à la présence possible d'un parasite intracytoplasmique. Ayant soumis mes préparations à mon maître, le professeur Léger, celui-ci a reconnu qu'il ne s'agissait nullement là de micro-organisme parasitaire.

Ces mêmes anneaux spiralés, je les ai observé fortement comprimés sur eux-mêmes et entourés d'une auréole légèrement teintée en jaune (stade III). Ils occupaient, ainsi, le centre même d'un plaste en voie de formation, plaste dont la couleur n'avait pas encore atteint son maximum d'intensité et qui ne possédait encore aucune strie concentrique.

Dans la suite il devient difficile, voire même impossible, de retrouver ces anneaux au centre du plaste ; force nous est donc d'admettre qu'ils ont disparu, soit par suite d'un rapprochement plus grand des spires, soit par la fusion des spires entre elles.

A ce moment, le plaste pigmentaire se trouve constitué (stade IV) ; nous sommes de la sorte arrivés progressivement à son état final. Pourtant, à partir de ces instants, quelques modifications peuvent encore subvenir ; c'est ainsi que l'on voit apparaître les stries concentriques qui, de même que l'auréole observée au stade III, semblent résulter de la réaction du plaste sur le cytoplasme de la cellule malpighienne.

Des circonstances fortuites ne m'ont pas permis de savoir ce qu'il advenait de ces plastes chez l'insecte adulte, mais j'ai pu poursuivre néanmoins leur évolution durant la nymphose, jusqu'au moment de l'histolyse des tubes de Malpighi.

RÔLE DU PLASTE PIGMENTAIRE DURANT LA NYMPHOSE. — Jusqu'à l'époque de la nymphose, le nombre de ces plastes s'accroît dans une grande proportion suivant le processus que je viens d'indiquer.

Pendant la nymphose, il y a disparition totale des éléments filamenteux et des formes spiralées ; il n'y a donc plus formation de plastes à cette époque de la vie de l'insecte.

Alors aussi, les plastes ne sont plus périnucléaires, ils se trouvent répartis dans tout le cytoplasme de la cellule et presque tous offrent une coloration rouge intense.

Je ferai remarquer que la coloration rouge que présentent les plastes durant la période nymphale est juste l'inverse de celle que l'on devrait observer ; M. von Linden ayant en effet démontré que durant la période nymphale il y avait une augmentation considérable de la teneur en gaz carbonique dans les tissus des insectes.

Ce fait, contraire à notre expérimentation en chambre

humide — les plastes virent en rouge par l'oxygène et en jaune par l'anhydride carbonique — ne peut s'expliquer que par une action locale de l'oxygène sur ce plaste. Peut-être ce pigment est-il capable de produire lui-même son oxygène, soit en décomposant l'anhydride carbonique, soit en empruntant cet oxygène à d'autres composés oxygénés ; ou bien encore serait-ce là le résultat de l'action d'oxydases. Je ne puis d'ailleurs qu'émettre, à ce sujet, des hypothèses.

Quoi qu'il en soit, ces plastes paraissent contribuer à la respiration des cellules des tubes de Malpighi, organes excréteurs par excellence, les défendant pour ainsi dire quelque temps encore contre l'intoxication carbonique.

RÉSUMANT ces observations, je dirais qu'il existe chez *Tachyptilia popullela* Clerk, un pigment jaune, dissout dans un substratum albuminoïde vivant.

Ce pigment qui paraît avoir une origine nucléaire, constitue un véritable plaste pigmentaire et non un granule pigmentaire. Ce plaste pigmentaire vire en rouge en présence de l'oxygène et en jaune par le gaz carbonique et les réducteurs.

Ses réactions physico-chimiques ne permettent pas de le comparer aux divers pigments déjà connus ; ce n'est ni un pigment biliaire, ni un lipochrome, ni un dérivé de l'hémoglobine.

L'évolution de ces plastes pigmentaires est très particulière. Ils proviennent de filaments qui sont capables de s'enrouler en spirale sur eux-mêmes, de s'animer de mouvements de rotation saccadée, déterminant ainsi dans le cytoplasme environnant un centre de réaction dont le résultat paraît être la formation de stries concentriques.

Durant la période de nymphose, ce plaste cesse de se former par suite de la disparition de tout élément filamenteux.

Les plastes pigmentaires qui, durant la période larvaire, étaient périnucléaires, se répartissent alors dans tout le cytoplasme des cellules des tubes de Malpighi et offrent à ce moment une coloration rouge très vive, coloration due probablement à l'action d'oxydases.

Ces plastes, en fournissant de l'oxygène aux cellules malpighiennes jusqu'au moment de l'histolyse, constituent pour l'organe excréteur une véritable défense contre l'intoxication carbonique de la nymphose.

.

Les tubes de Malpighi ne sont pas les uniques organes excréteurs des insectes salicicoles. Les cellules adipeuses possèdent une fonction excrétrice plus ou moins accusée, fonction qui se retrouve encore, mais beaucoup plus développée, chez un groupe de petites cellules spéciales, les cellules à urates ; ces cellules se rencontrent presque uniquement chez les *Cimbicides* (*Hyménoptères*) ; elles sont accolées, voire même incluses dans les cellules graisseuses proximales, c'est-à-dire dans les cellules du tissu adipeux qui entoure l'intestin de l'insecte.

Ces éléments cellulaires sont remplis de fines granulations uriques qui leur communiquent un aspect blanchâtre et que, pour cette raison, on a appelées « cellules à urates ». Les cellules à urates ne possèdent pas la propriété d'éliminer l'acide salicylique, car jamais je n'ai pu y déceler la moindre coloration violacée par l'addition de perchlorure de fer.

Au point de vue histologique, les cellules à urates ont

été étudiées par plusieurs auteurs. Aperçues chez les larves de Cimbicides en 1895, par Cholodkowsky (larve de *Lophyrus*), elles furent dans la suite observées par Anglas (1900) et plus récemment par Berlese et Henneguy chez diverses larves d'Hyménoptères (*Lyda*, *Nematus*, etc.). Mais ces deux derniers auteurs ne sont pas d'accord sur l'origine de ces cellules.

Berlese fait provenir la cellule à urate de la cellule adipeuse elle-même, alors que Henneguy prétend que les cellules à urates enclavées dans les cellules adipeuses seraient des éléments cellulaires spéciaux, capables de pénétrer dans les cellules hôtes par simple pression mécanique, pression due aux agents chimiques employés par la technique microscopique.

En examinant *in vivo* le tissu adipeux de la larve du *Cimbex saliceti* Z., j'ai vu que les cellules à urates étaient renfermées à l'intérieur du cytoplasme de la cellule adipeuse, alors que, dans de semblables conditions, Henneguy a vu au contraire, chez la larve de *Lyda*, les cellules à urates alterner régulièrement avec les cellules graisseuses, dans les cordons du tissu adipeux. Si l'observation d'Henneguy montre que la cellule à urate ne provient pas de la cellule adipeuse, notre propre observation ne nous permet pas de penser, avec cet auteur, que c'est sous l'action des fixateurs chimiques que la cellule à urate se trouve enclavée dans la cellule adipeuse.

Je croirais plutôt que ces cellules s'enfoncent dans le cytoplasme de la cellule adipeuse sous l'influence du volume normalement croissant de la cellule adipeuse, si bien que les cellules à urates, probablement d'abord accolées aux cellules adipeuses, finiraient par se trouver encla-

vées dans elles, au cours du développement de ces dernières.

Outre ces considérations diverses, les cellules à urates de la larve du *Cimbex saliceti* nous ont montré quelques particularités histologiques que nous avons pensé dignes d'être signalées.

Les concrétions uriques des cellules à urates de cet insecte sont contenues dans des vacuoles qui apparaissent nettement après la dissolution de ces concrétions.

Chaque cellule à urate (fig. 4, pl. II) possède d'une à cinq de ces vacuoles, offrant toutes des volumes différents ; ces vacuoles pouvant du reste se développer considérablement et finir par se fusionner.

Au moyen du mélange colorant thionine-érythrosine-fuchsine acide, j'ai pu mettre en évidence dans chacune de ces vacuoles un corps acidophile ¹ que colore intensément en rouge l'érythrosine-fuchsine.

Ce corps acidophile passe par une série de formes successives au fur et à mesure que la vacuole grandit.

Lorsque la vacuole présente un volume excessivement restreint, le corps acidophile en occupe le centre et se révèle alors comme une simple granulation érythrophile ; plus la vacuole grandit, plus il augmente lui aussi de volume ; de plus en plus, il se rapproche du bord de la vacuole et il finit par en épouser le contour auquel il s'accrole sous la forme d'une calotte sphérique (fig. 5 et 6, pl. II).

C'est ainsi que sur des coupes, on peut apercevoir dans

¹ L'acidophilie de ces éléments n'est pas constante chez toutes les espèces. J'ai observé de semblables éléments basophiles chez la larve du *Cimbex sorbi* ; il se pourrait donc que ces éléments d'abord acidophiles puissent dans la suite devenir basophiles.

les cellules à urates tous les stades du développement de ce corps acidophile ; les croissants rouges qui résultent de la coupe perpendiculaire de la calotte sphérique acidophile y sont particulièrement nets.

Il semble possible que ces corps acidophiles jouent un certain rôle dans l'excrétion urique et peut-être sommes-nous en droit de les comparer jusqu'à un certain point aux « tonoblastes » de W. Lindermann ¹ (1908), sortes de granulations des cellules du rein des vertébrés qui attirent les sels uriques et se transforment en grandes vacuoles contenant des solutions concentrées de ceux-ci.

¹ W. Lindermann, *Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie*, LIX p. 196-208, 1908.

QUATRIÈME PARTIE

Organes d'excrétion des insectes salicicoles (suite).

Glandes métamériques.

L'excrétion d'un produit du sang, tel que l'aldéhyde salicylique, par un organe glandulaire peut surprendre au premier abord ; ce fait n'est pourtant pas le seul rencontré dans l'histoire naturelle des animaux. Récemment encore (1907) Cuénot a mis en évidence une fonction également excrétrice chez un organe glandulaire par excellence, le foie de la *Sépia officinalis* (Céphalopode).

Mais ce qui offre pour nous un plus grand intérêt est que les glandes de ces insectes salicicoles (*Melasoma* et *Plagioderà*, à l'état larvaire) apparaissent, de par leur fonction excrétrice et leur disposition métamérique, comme les vestiges de néphridies ancestrales, ou tout au moins comme des éléments ayant conservé le caractère physiologique fondamental des néphridies.

De telles glandes métamériques ne se rencontrent plus guère que chez quelques larves d'insectes (*Chrysomelidae* et *Coccinellidae*) et encore souvent leur fonction d'excrétion est-elle fortement abolie sinon disparue ; chez les larves salicicoles *Melasoma* et *Plagioderà*, cette fonction

d'excrétion se manifeste au contraire à un haut degré par la présence dans leur suc glandulaire d'un produit chimique odorant, l'aldéhyde salicylique ¹, qui dérive d'un glycoside (salicine) qu'elles absorbent avec leur nourriture.

Ces glandes métamériques disparaissent chez les adultes des *Melasoma* et *Plagioder*a et les cellules glandulaires situées dans leurs élytres ne présentent aucune fonction d'excrétion, pouvant leur être comparée ² ; mais de telles glandes se retrouvent pourtant, comme nous le verrons, chez un coléoptère adulte, l'*Aromia moschata* L. dont l'odeur musquée est en grande partie due à la présence de l'aldéhyde salicylique contenu dans le liquide que rejette ses deux glandes thoraciques.

Description des organes glandulaires

1° CHEZ LES LARVES DE *MELASOMA SALICETI* ET DE *PLAGIODERA VERSICOLOR*. — Les larves de *Melasoma saliceti* et de *Plagioder*a *versicolor* possèdent sur chacun de leurs segments une paire d'organes glandulaires évaginables, qui ne font saillie que si l'animal est irrité, le produit de ces glandes étant utilisé par l'insecte comme moyen de défense.

A l'état de repos, l'organe glandulaire (pl. I, fig. 2 et 3) est formé d'un sac de chitine molle logé dans le renfonce-

¹ L'aldéhyde salicylique a été reconnu, pour la première fois, dans le produit des glandes des *Melasoma populi* par Pelouze en 1856 et étudié à nouveau par Liebig en 1859.

² Quelques auteurs ont prétendu avoir trouvé de l'acide salicylique dans le suc sécrété par les glandes des élytres des *Melasoma* ; ce suc est *alcalin* et jamais le perchlorure de fer ne m'a fourni, à son contact, de réaction colorée ; je crois donc pouvoir affirmer que cet acide n'y existe pas.

ment d'une protubérance (*e*) de la peau, protubérance constituée par un fort épaissement de la chitine en ce point.

Trois petites fibrilles (*f*, *f'*, *f''*) s'insèrent d'une part sur le sac chitineux (en *i*, *i'*, *i''*) et d'autre part sur les rebords internes de la protubérance chitineuse.

Dans les cavités (*a*, *b*, *b'*) formées par les replis du sac chitineux viennent déboucher de fins canalicules chitineux qui émanent chacun d'une grosse cellule monoglandulaire. Ces canalicules déversent respectivement leur suc glandulaire dans les cavités où ils s'ouvrent.

A l'état évaginé (fig. 2) l'évagination s'accomplissant sous l'influence de la pression sanguine — l'organe glandulaire apparaît formé de deux parties (*a*, *b*, *b'*), par suite de l'influence antagoniste à la pression sanguine des fibrilles *f* et *f''* ; la fibrille *f'* ne déterminant qu'une légère conca- vité à la partie apicale (en *a*) de l'organe glandulaire.

Ainsi le liquide sécrété par les cellules monoglandulaires s'accumule dans les cavités (*a*, *b* et *b'* figure A) pour n'être mis à nu que dans le cas de défense (figure B) ; lorsqu'il advient qu'après l'évagination de l'organe le produit n'a pas été utilisé, il se trouve enfermé à nouveau dans les cavités de l'organe lorsque celui-ci se réinvagine.

Les cellules glandulaires de cet organe sont des cellules volumineuses en forme de poire dont le noyau occupe la partie inférieure, ces cellules apparaissent comme des cellules hypodermiques très développées. Elles sont au nombre de 30 à 50 par organe glandulaire. Ces cellules ont déjà été très bien étudiées par Clauss en 1861. La figure 1, pl. II, représente une de ces cellules monoglandulaires de la larve du *M. saliceti* Ws. J'ai dessiné cette glande afin de montrer la disposition d'un noyau secondaire situé vers

le canal chitineux et qui est probablement celui de la cellule ectodermique qui a donné naissance à ce canal.

La larve du *Plagiodera versicolor* présente de semblables glandes mais plus petites toutefois que celles des larves de *Melasoma*.

2° CHEZ L'AROMIA MOSCHATA L. ADULTE. — L'appareil glandulaire de l'*Aromia moschata* L. adulte n'a pas encore été, à ma connaissance, décrit jusqu'à ce jour, bien que l'odeur de musc que répand ce coléoptère ait été depuis longtemps remarquée par les entomologistes. (Albert Müller (1869), Edward Lefroy (1873), Valéry Mayet (1873), Heptburn A. Buchan (1875), Servicè Robt (1877, etc.)

En 1876, Schmidt-Göbel parle pourtant d'une sécrétion par la bouche de l'Aromie musquée, mais n'indique pas les glandes odorantes du thorax.

En effet, l'appareil odorant de ce capricorne est constitué par deux glandes thoraciques, venant s'ouvrir chacune ventralement à l'intersection de l'épimérum et du métasternum, un peu au-dessus des hanches de la troisième paire de pattes (fig. 14, pl. I).

Ces glandes ne sont pas évaginables; mais elles laissent échapper avec force leur produit de sécrétion qui peut être projeté à plusieurs centimètres de distance lorsque l'animal est irrité.

Ce liquide odorant sert de moyen de défense, ce moyen étant emprunté à l'aldéhyde salicylique qu'il renferme, aldéhyde que j'ai pu mettre en évidence par les réactions microchimiques de ce composé¹.

¹ En distillant plusieurs Aromies musquées en présence de la vapeur d'eau, on obtient aussi de l'aldéhyde salicylique.

Les cellules glandulaires qui composent l'organe odorant et caustique de l'Aromie musquée sont de petites cellules non indépendantes les unes des autres, mais réunies par nombre de trente à quarante sous forme de petits lobules, dont l'ensemble donne assez bien à cet appareil glandulaire un aspect mûriforme (fig. 6, pl. I).

De chaque cellule glandulaire part un fin canalicule qui, d'abord protoplasmique, devient chitineux peu avant sa sortie de la cellule ; les canalicules qui proviennent des cellules d'un même lobule cheminent parallèlement les uns aux autres et viennent ainsi déboucher par petits groupes dans une cavité commune où ils déversent leur produit de sécrétion (fig. 7 et 8, pl. I).

Cette cavité est tapissée par une assise de cellules épithéliales revêtue d'une couche de chitine molle. Dans cette cavité s'accumulent les produits glandulaires qui seront expulsés au dehors en cas de défense de l'animal, l'expulsion se produisant probablement sous l'influence de l'augmentation de la pression du sang.

L'organe glandulaire de l'Aromie musquée apparaît ainsi formé de cellules monoglandulaires associées, en tous points semblables aux cellules monoglandulaires indépendantes de la chitine des coléoptères (Dytiscides, Chrysomélides, Coccinellides). De la sorte se confirme l'hypothèse de A. Pachard (1903) qui, dans son *Text-Book of Entomology* (p. 375), énonce que l'odeur agréable de « rose fragrance » exhalée par l'Aromia moschata L. est due probablement (probably) à des glandes semblables à celles observées par Plateau, Claus, Leydig, sous la chitine des coléoptères et que, pour cette raison, les auteurs ont appelé « glandes cuticulaires hypodermiques ».

Genèse de l'hydrure de salicyle ou aldéhyde salicylique dans le produit de la sécrétion glandulaire de ces insectes.

Que l'aldéhyde salicylique ou hydrure de salicyle rencontré dans le produit de sécrétion glandulaire de ces insectes provienne de la nourriture même de l'insecte est un fait qui ne paraît pas douteux.

On peut le démontrer expérimentalement en supprimant toute nourriture à des larves de *Melasoma saliceti*, par exemple, tout en les maintenant dans une atmosphère humide pour empêcher leur dessiccation. De telles larves, ainsi placées, excrètent de moins en moins de l'aldéhyde salicylique, ce qui se reconnaît facilement à ce que l'odeur de ce produit est de moins en moins forte ; cette odeur réapparaît rapidement dès que les insectes recommencent à manger des feuilles de saule.

On peut faire une observation analogue sur les chrysalides de ces *Melasoma*. Pendant la nymphose, alors que l'animal est privé de toute nourriture, les anciennes glandes métamériques de la larve sont rejetées en arrière du corps avec la peau et demeurent capables de fonctionner encore les deux ou trois premiers jours qui suivent la nymphose. Si donc, on a soin d'éliminer de suite, après la nymphose, au moyen d'un morceau de papier buvard, le liquide glandulaire formé antérieurement, on constate que, lorsque, plusieurs heures après cette opération, on irrite l'animal, les glandes toujours capables de s'évaginer ne renferment presque pas d'aldéhyde salicylique ; elles sont devenues incapables de rejeter à nouveau ce composé chimique,

faute de le rencontrer dans le sang resté emprisonné dans les vésicules glandulaires, sang en quantité suffisante pourtant pour permettre l'évagination de l'organe glandulaire.

Une preuve encore de ce que l'aldéhyde salicylique des glandes de ces insectes salicicoles provient bien de leur nourriture est qu'il existe diverses autres larves de chrysomélides qui, pourvues, comme les larves de *Melasoma* et de *Plagiodera*, de glandes métamériques, ne rejettent pas d'aldéhyde salicylique, parce que la salicine est absente des plantes (cresson, phellandre aquatique, etc.) qui leur servent de nourriture.

J'ai de même observé qu'il se trouve deux capricornes adultes, le *Rhopalopus clavipes* F. et le *Purpuricenus Kœhleri* L., possédant deux glandes thoraciques¹ à peu près semblables à celles de l'*Aromia moschata* L. ; le produit sécrété par ces glandes ne renferme pas non plus d'aldéhyde salicylique, faute de salicine dans leur nourriture (tiges et racines de poirier, pêcher, cerisier).

Sachant que l'aldéhyde salicylique des glandes métamériques des insectes salicicoles tire son origine de la salicine contenue dans la nourriture de ces insectes, recherchons quelles sont les transformations que l'organisme animal apporte à ce glycoside, et comment et où elles s'effectueront.

¹ Les glandes thoraciques du *Rhopalopus clavipes* F. rejettent un produit odorant rappelant celui exhalé par le *Blaps mortisaga* (Coléoptère) ; le *Purpuricenus Kœhleri* doit de même son odeur de « cuir de Russie » à ses glandes thoraciques ; ainsi qu'on le voit, ces glandes sécrètent une odeur différente et particulière suivant l'insecte, il semble donc logique d'admettre qu'il peut en être de même pour l'*Aromia moschata* L. ; l'odeur musquée de ce capricorne apparaissant dès lors comme le résultat du mélange de l'aldéhyde salicylique avec le produit odorant propre à ses glandes.

La salicine ingérée avec les aliments, avons-nous vu, peut arriver dans le liquide cœlomique sans avoir subi de dédoublement, elle y demeure quelque temps, puis disparaît bientôt entièrement. Il se peut donc que sa disparition se manifeste par suite de son dédoublement en présence de ferments sanguins.

L'alcool salicylique ou la saligénine qui prendrait ainsi naissance pour arriver à l'état d'aldéhyde correspondant, doit subir l'action de l'oxygène naissant ; l'oxygène de l'air absorbé pendant la respiration étant incapable de remplir ce rôle, ce doit encore être grâce à des ferments que l'organisme animal pourra y parvenir.

L'analyse microchimique du liquide cœlomique de ces insectes (*Melasoma* et *Plagiodera* larves, *Aromia* adulte) nous montre, en effet, la présence en ce liquide d'oxydases indirectes ou anaéroxydases, mises en évidence par l'action de la teinture fraîche de gayac et de l'eau oxygénée. La recherche des oxydases-peroxydases et des anaéroxydases sur les cellules des organes glandulaires métamériques des *Melasoma*, *Plagiodera* et *Aromia* ayant été négative, ces cellules glandulaires nous apparaissent comme étant incapables de transformer elles-mêmes la saligénine en aldéhyde salicylique ; ceci nous force à admettre qu'elles ne peuvent qu'éliminer du sang l'aldéhyde salicylique au fur et à mesure de sa formation.

De telles cellules glandulaires possèdent par suite une fonction absorbante qui les rend éminemment excrétrices au même titre que les cellules des tubes de Malpighi ; les premières éliminant du sang des insectes salicicoles les dérivés de la salicine sous la forme d'aldéhyde, les

secondes¹ en éliminant les dérivés de la salicine sous un état plus oxydé encore : celui d'acide salicylique².

En résumé, les glandes métamériques des larves des Chrysomélides (*Melasoma*, *Plagiodera*) ainsi que les glandes thoraciques de l'*Aromia moschata* L. nous apparaissent comme des éléments excréteurs, ce qui les rapprochent des néphridies ; mais tout en étant des éléments excréteurs, ces glandes sont devenues aussi des glandes défensives, et leur produit d'excrétion n'est plus rejeté par l'animal qu'en cas de défense.

¹ En étudiant les produits des glandes des insectes salicicoles, j'ai constaté que celui qui est rejeté par les cornicules du *Lachnus salicis* L. (puceron du saule) donnait une coloration rouge intense en présence de l'acide sulfurique (il en est de même avec les acides chlorhydrique et azotique), coloration qui pourrait faire croire à la présence de la salicine, alors qu'elle n'est due, en réalité, qu'à un pigment (le même que celui des cellules graisseuses de cet insecte) entraîné avec les cellules cirières.

A noter que ce pigment est soluble dans le xylol avec une belle fluorescence verte, semblable à celle de la fluorescéine en solution aqueuse, et qu'il verdit par l'action des alcalis (soude, potasse, ammoniacque).

² L'élimination de la salicine, sous forme d'acide salicylique et non d'aldéhyde salicylique, au moyen des tubes de Malpighi paraît être due à l'action d'une diastase malpighienne qui transformerait l'aldéhyde en acide salicylique.

CINQUIÈME PARTIE

Organes d'excrétion des insectes salicicoles (fin).

Les pores cœlomiques et leur rôle dans l'excrétion de la salicine.

Si des insectes salicicoles sont capables de retirer de la plante qui les nourrit un produit chimique non toxique et de le transformer en un composé nocif, utilement employé en cas de défense, il en est encore parmi eux, un petit nombre il est vrai, qui emploient comme moyen de défense envers leurs ennemis (lézards, oiseaux, etc.) un procédé bien inattendu, celui de faire jaillir de leur corps, au moyen de pores cœlomiques spéciaux, un liquide jaune, vert ou rouge qui n'est autre que leur propre sang.

Cette propriété singulière (qui est loin d'appartenir en propre aux insectes salicicoles) est-elle un moyen déguisé de l'excrétion ? C'est ce que nous étudierons après avoir décrit les pores cœlomiques des insectes salicicoles.

La sortie du liquide cœlomique chez nos insectes s'effectue suivant trois types bien différents :

1° Par des pores cœlomiques métamériques, situés latéralement de chaque côté du corps ; par exemple chez la larve des *Cimbex lutea* et *saliceti* (*Hyménoptères*).

2° Par les articulations fémorotibiales (face interne) des trois paires de pattes, exemple : *Melasoma populi*, *tremulae* et *saliceti* adultes. (Coléoptères).

3° Sous les parties squelettiques (chitine) des deux pièces qui constituent le collier (prothorax), exemple : *Leucoma salicis* L. adulte. (Lépidoptère).

PORES COELOMIQUES DES LARVES DES CIMBICIDES. — Les larves des *Cimbex lutea* et *saliceti* ainsi que celles de quelques autres espèces d'hyménoptères possèdent de chaque côté de leur corps une rangée de pores coelomiques épistigmatiques, situés dans un plan vertical légèrement inférieur à celui passant par le stigmate. Signalés depuis longtemps déjà par De Geer (1781), cet auteur les avait désignés sous le nom de *points bruns*, et avait reconnu la nature sanguine du liquide qui en sortait.

Pourtant en 1896, Cholodkowsky prétendit que ce liquide n'était pas du sang, mais un produit de sécrétion glandulaire, et décrivit à cet effet toute une série de glandes hypodermiques chez les larves de Cimbicides. Un an plus tard, ce même auteur publiait à nouveau une note dans laquelle il infirmait ses premiers résultats pour se ranger à l'opinion de De Geer ; cette sortie du sang chez les larves des Cimbicides fut encore contrôlée dans la suite par divers autres auteurs. De tous les auteurs qui se soient occupés de cette saignée, Cholodkowsky est le seul néanmoins qui ait donné une figure de l'appareil de la sortie du sang, appareil qu'il nomme le *Blutspritzapparate* ; encore cette figure ne montre-t-elle pas nettement les bourrelets (*demi-lunes* de Cholodkowsky) chitineux qui bordent le pore coelomique ; cet auteur n'indique pas non plus où s'insèrent les mus-

cles¹ qui commandent l'un de ces bourrelets ; pour ces diverses raisons, j'ai représenté ces détails sur une coupe schématique perpendiculaire au grand axe de la larve et passant également par un pore cœlomique.

Le pore cœlomique de la larve du *C. saliceti* est limité par deux bourrelets chitineux en forme de demi-lune, comme le dit Cholodkowsky ; sur la demi-lune inférieure et seulement sur elle (chez le *Cimbex saliceti*) s'insèrent des faisceaux musculaires qui commandent par leur contraction l'ouverture du pore cœlomique. Ces muscles, qui cheminent en arrière du tronc trachéen, s'insèrent sur la chitine de la peau (en A fig. 9, pl. I) située également en arrière du stigmate.

A l'état de repos, l'oblitération du pore cœlomique se trouve effectuée par le rapprochement purement mécanique des deux lèvres chitineuses *vo* et *vo'* (fig. 13, pl. I) ; l'ouverture du pore cœlomique s'effectuant au contraire par l'effort musculaire dû à la contraction du muscle inséré sur la lèvre ventrale *vo'*, permettant ainsi au liquide (sang) contenu dans la cavité cœlomique de s'échapper au dehors (fig. 9, pl. I).

L'ouverture de ce pore cœlomique paraît être soumise dans une certaine mesure à la volonté de l'insecte, qui peut ne faire jaillir son sang que du côté du corps qui regarde l'agresseur. La larve prend, en effet, en cas de danger une forme spiralée, ne se tenant plus attachée à la branche sur laquelle elle se trouvait que par ses vraies pattes (les trois paires de pattes antérieures), ses fausses pattes

¹ Cholodkowski prétend qu'il existe un faisceau de muscles par demi-lunes ; dans le *Cimbex saliceti* que j'ai examiné je n'ai vu s'insérer de muscles que sur la demi-lune inférieure.

demeurant cachées par l'enroulement du corps. Une telle disposition ne semble avoir pour but qu'une augmentation de la pression sanguine par suite de la contraction des muscles abdominaux dont l'effet est de diminuer d'autant le volume de la cavité cœlomique.

Le sang sort en même temps par tous les pores cœlomiques situés d'un même côté du corps ; il jaillit perpendiculairement à la surface de sortie et détermine ainsi une série de jets qui, chez la larve du *Cimbex saliceti*, peuvent atteindre une distance supérieure à un mètre (fig. 10, pl. I).

SORTIE DU SANG PAR LES ARTICULATIONS FÉMORO-TIBIALES DES PATTES. — La sortie du sang chez les insectes salicicoles s'effectue quelquefois aussi par l'articulation fémoro-tibiale de la patte ; ce fait s'observe uniquement chez les coléoptères adultes parmi lesquels nous citerons les *Melasoma populi*, *tremulae* et *saliceti*.

Chez ces insectes, cette saignée ne se produit que durant les premiers jours qui suivent l'éclosion de la nymphe, et encore tous les individus ne la présentent-ils pas ; ce qui fait qu'elle est restée inaperçue jusqu'à ce jour. Cette saignée qui, chez les insectes salicicoles, apparaît en voie de disparition, se manifeste, au contraire, très développée chez d'autres coléoptères, tels que les *Coccinellides*. De Bono, Lütz, Cuénot, ont fort bien étudié cette saignée chez les insectes, je n'insisterai donc pas ici sur ce mode de sortie du sang, je me bornerai à signaler toutefois que Lütz et Cuénot ne sont pas d'accord sur l'existence réelle ou non d'un orifice préformé ; Lütz prétendant que cet orifice existe, Cuénot alléguant au contraire que la sortie du sang ne s'effectue à l'articulation fémoro-tibiale des pattes que

par suite de la présence en cet endroit d'une chitine très mince, si mince qu'elle serait un « locus minoris resistentiae », seul capable de se rompre sous l'augmentation de la pression sanguine.

SORTIE DU SANG CHEZ LE *LEUCOMA SALICIS* L. (LÉPIDOPTÈRE). — La sortie du sang chez les Lépidoptères n'a jamais encore été signalée ; elle se rencontre pourtant fort bien développée chez quelques papillons et en particulier chez le *Leucoma salicis* L. Chez cet insecte adulte, la sortie du sang s'effectue sous les deux pièces chitineuses du prothorax, qui constituent ce que les entomologistes ont appelé le « collier ». Ces deux pièces chitineuses sont mobiles autour de l'un de leur bord et peuvent se soulever ou s'abaisser à la manière du couvercle d'un pupitre que l'on ferme ou que l'on ouvre (fig. 12, pl. I).

Ces pièces chitineuses ne se soulèvent que lorsque le papillon est irrité, et ce n'est que quand le danger devient réellement menaçant que l'insecte fait sourdre deux gouttes de son sang jaune d'or dont la couleur tranche fortement avec le thorax blanc à reflet satiné.

Le processus de cette saignée s'effectue comme il suit : lorsque l'insecte est irrité, il relève les deux pièces chitineuses de son collier, ainsi qu'il vient d'être dit. Ces pièces démasquent une ampoule chitineuse élastique qui, déjà remplie de sang, se gonfle de plus en plus sous l'influence de l'augmentation de la pression sanguine. Quand cette pression devient suffisante, subitement il apparaît, à l'angle interne de chacune de ces ampoules, une grosse goutte de sang ; mais aussitôt les pièces chitineuses se rabattent et empêchent de la sorte une trop grande émission du liquide cœlomique.

RECHERCHE DES COMPOSÉS SALICYLÉS DANS LE SANG DE CES INSECTES.

— La recherche de la salicine et de ses dérivés (aldéhyde, acide salicyliques) dans le sang de ces insectes, ne nous a jamais fourni de résultats positifs, si ce n'est dans un cas, celui de la larve du *Cimbex saliceti*, dont le sang renferme des traces de salicine, traces suffisantes pour lui communiquer une certaine ouverture et être décelables par l'acide sulfurique.

Néanmoins, de ce que les réactifs micro-chimiques (acide sulfurique et perchlorure de fer) que nous avons employés ne nous ont fourni aucun résultat, il ne nous faudrait pourtant pas conclure que la salicine ne se rencontre pas dans le sang à un moment donné, soit à l'état de glycoside pur, soit à l'état de ses dérivés (aldéhyde ou acide salicyliques) ; il est même certain, d'après ce que nous savons au sujet du mode de l'élimination de la salicine par les insectes, que l'un de ces produits y existe, mais s'y rencontre probablement en quantité si minime que les réactions micro-chimiques deviennent dès lors incapables de le déceler.

L'absence de quantité notable de produits salicylés dans le sang rejeté par ces insectes nous permet toutefois de conclure que le rejet du sang ne constitue pas, à proprement parler, un mode d'excrétion pour l'insecte.

L'organisation des larves des *Cimbicides* et en particulier de celle du *C. saliceti* nous avait déjà fait présumer de tels résultats.

La cavité coelomique chez cet insecte présente, en effet, deux parties bien distinctes, séparées l'une de l'autre par une membrane dite membrane péri-intestinale qui englobe à son intérieur non seulement l'intestin tout entier, mais

encore les organes excréteurs : tubes de Malpighi et tissu adipeux proximal dont les cellules contiennent les cellules à urates dont nous avons déjà parlé (fig. 4, pl. I).

L'autre partie de la cavité cœlomique de l'insecte est celle comprise en deçà de la membrane péri-intestinale, autrement dit c'est celle limitée par la peau et la membrane péri-intestinale. En outre des divers organes qu'elle renferme (tissu nerveux, vaisseau dorsal, muscles, etc.), il s'y trouve un tissu adipeux spécial appelé tissu adipeux distal, par opposition au tissu proximal, différant essentiellement du tissu proximal en ce que ses cellules graisseuses ne renferment jamais de cellules à urates.

Par suite de l'absence de tout organe excréteur en cette partie du cœlome, le liquide cœlomique qui la remplit nous apparaît comme un liquide non encore chargé de produits d'excrétion (urates, leucine, taurine, etc.), et comme précisément c'est le liquide qui s'échappe à l'intérieur au moyen des pores cœlomiques, il apparaît bien que ce liquide n'est pas expulsé dans un but d'excrétion et que, par suite, les pores cœlomiques ne sont pas des pores excréteurs ; l'analyse chimique du sang rejeté par l'animal vient d'ailleurs de nous démontrer cette hypothèse au point de vue de l'excrétion de la salicine.

Sans vouloir chercher à expliquer la présence des pores cœlomiques des larves de Cimbicides et des divers orifices de la sortie du sang chez les insectes salicicoles (*Melasma*, *Leucoma*, etc.), nous constaterons simplement que le rejet du sang par l'insecte ne constitue pas, à proprement parler, pour lui un réel mode d'excrétion, pas plus que les pores cœlomiques chez les Oligochètes (vers)¹.

¹ Le cœlome de l'insecte ne peut toutefois être comparé, dans une juste mesure, au cœlome des Oligochètes.

De plus, le rejet du sang n'étant qu'un très faible moyen de défense pour l'insecte, il nous devient difficile, voire même imprudent, de vouloir actuellement lui attribuer une signification, nous nous bornerons donc pour l'instant à le signaler simplement.

Il nous resterait maintenant, pour terminer cette étude de la salicine chez les insectes salicicoles, à examiner si les produits salicylés contenus dans le liquide coelomique des insectes ne peuvent être absorbés, en partie du moins, par les éléments sexuels (œuf, vitellus, spermatozoïdes, liquide spermatique, etc.), aidant en quelque sorte au maintien de la conservation de l'espèce, soit en préservant les ovules et les cellules spermatides contre le développement d'endoparasites, soit en protégeant les œufs pondus contre l'attaque des ennemis extérieurs; cette question intéressante nous eût entraîné trop loin, aussi nous nous réserverons de la traiter dans un prochain mémoire.

CONCLUSIONS

La salicine introduite en même temps que les aliments dans le tube digestif des insectes phytophages n'est pas attaquée par les sucs intestinaux ; absorbée par les « cellules absorbantes » de l'estomac chylique, la salicine arrive dans le liquide coelomique (sang) sans avoir été dédoublée.

Là, en présence des ferments sanguins, son dédoublement commence ; sous la même influence, la saligénine ainsi produite se transforme rapidement en aldéhyde et en acide salicyliques.

L'élimination de la salicine chez les insectes salicicoles, dans quelques cas, s'effectue sous la forme dérivée d'aldéhyde salicylique (larves de *Melasoma* et de *Plagiodera*, adulte de l'*Aromia moschata*). Cette élimination se fait au moyen de cellules glandulaires spéciales, réunies en des organes exertiles métamériquement disposés, organes que l'on pourrait jusqu'à un certain point homologuer à des néphridies. Secondairement, l'aldéhyde salicylique ainsi éliminé est utilisé comme moyen de défense par l'insecte.

Plus généralement, l'excrétion de la salicine a lieu sous forme d'acide salicylique ; cette excrétion est effectuée par les tubes de Malpighi qui déjettent l'acide salicylique dans l'intestin postérieur d'où il sera expulsé en même temps que les excréments.

L'excrétion de la salicine ne s'effectue pas par les « cellules à urates » du tissu adipeux des larves de *Cimbicides*.

De même, la sortie du liquide cœlomique (observée dans des conditions particulières), au moyen de pores cœlomiques plus ou moins différenciés, ne constitue pas (au point de vue salicine) un mode d'excrétion chez les insectes salicicoles; ces pores cœlomiques n'étant pas des pores excréteurs.

Nous avons aussi, au cours de ces recherches sur les organes excréteurs de la salicine chez les insectes, observé dans les tubes de Malpighi de la chenille d'un microlépidoptère, le *Tachyptilia populella* Clerk, la présence de plastes pigmentaires capables de permettre à l'organe de lutter longtemps encore, durant la période nymphale, contre l'intoxication carbonique.

Enfin l'étude de l'excrétion chez les cellules à urates des *Cimbicides* nous a montré que l'excrétion des urates débute par la formation de corps spéciaux, autour desquels apparaissent des vacuoles dont le liquide se charge de plus en plus d'urates et qui, pour cette raison, peuvent être homologués, dans une certaine mesure, aux « Tonoblastes » que Lindermann a récemment décrits dans les cellules excrétrices du rein des vertébrés.

Le Président de la Thèse,

Dr J. GUIART.

VU :

Le Doyen,

L. HUGOUNENQ.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Lyon, le 20 février 1909.

Le Recteur,

Président du Conseil de l'Université,

P. JOUBIN.

BIBLIOGRAPHIE

1602. ALDROVANDUS (V.). — De animalibus insectis libri septem cum singulorum iconibus ad vivum expressis. Demo impress. : Bonon. Apud Clementem Ferronium (1638 ?), p. 273.
1634. MONFET (T.). — Insectorum sive minimorum animalium theatrum, etc.
London, 1634, p. 185-186.
1700. GOEDART (J.). — Metamorphosis naturalis sive insectorum historia, etc.
Amstelodami, 1700, p. 136.
- 1737-48. RÉAUMUR (R.-A.-F.). — Mémoires pour servir à l'histoire des insectes.
Paris, 1736, p. 266-269, pl. 21-22.
1750. DE GEER (C.). — Observation sur la propriété singulière qu'ont les grandes chenilles à quatorze jambes et à double queue du saule, de seringuer de la liqueur.
Mém. sav. étrang. Paris, 1750, p. 530-531, pl.
1754. SCHAEFFER (J.-C.). — Nemendeckte theile an Raupen und Zweyfaltern, etc. Regensburg, 1754.
1755. BONNET (Ch.). — Mémoires sur une partie commune à plusieurs espèces de chenilles. Mém. math. sav. étrang. Paris, 1755, p. 53-56.
Mémoire sur la grande chenille à queue fourchue du saule dans lequel on prouve que la liqueur que cette chenille fait jaillir est un véritable acide et un acide très actif.
Mém. math. sav. étrangers. Paris, 1755.
1761. SULZER (J.-H.). — Die Keunzeichen der Insekten, u. s. w. Zürich, 1761, p. 65-67, tabl. 5, fig. 34.
1781. DE GEER. — Abh. zur Geschichte der Insecten.
Uebers. V. J. A. E. Göze. Bd. 5, 1781, p. 424.
1789. AMOREUX (P.-J.). — Notice sur des insectes de France réputés vénéneux... Paris, 1789, p. 282-285.
1817. RENGGER JOHANN RUDOLPH. — Physiologische Untersuchungen über die thierische Haushaltung der Insekten. Tübingen, 1817.
1830. LEROUX. — Salicine.
Ann. chim. phys. (2), t. XLVIII, p. 440.
1832. LYONNET. — Recherches sur l'anatomie et les métamorphoses de différentes espèces d'insectes.
Ouvrage posthume. Paris, 1832.

1835. DESBERGER. — Missgebürt von *Cerambyx* (*Aromia moschata*).
Isis, 1825, p. 558.
1838. PIRIA. — Salicine. Ann. chim. phys. (2), t. LXIV, p. 281, 1838.
— — (3), t. XIV, p. 257, 1845.
Lib. Ann. Bd. LVI, p. 35, 1845.
— Bd. LXXXI, p. 245, 1852.
C. Rend., t. XX, p. 1631, 1845.
1843. GERHARDT. — Salicine. Ann. chim. phys. (3), t. VII, p. 215, 1843.
1843. D'HERS (B.). — Thèse de zoologie médicale. Venins.
Thèse de Montpellier, 1843.
1846. MECKEL, von HEMSBACH, JOHANN, FRIEDRICH. — Mikrographie einiger Drüsenapparate der niederen Thieren.
Anat. phys. u. Wies. Med., 1846, p. 1-73. Taf. 1-3; p. 46. Müllers, Archiv.
- 1848 a. BLANCHARD (Em.). — De la circulation chez les insectes.
Ann. sc. natur., série 3, t. IX.
- 1849 b. BLANCHARD (Em.). — Sur la circulation du sang chez les insectes et sur la nutrition.
C. R. Acad. sc., t. XXVIII.
- 1851 c. BLANCHARD (Em.). — Nouvelles observations sur la circulation du sang et de la nutrition chez les insectes.
Annal. des sciences natur. Zool., série 3, vol. XV.
1849. LEYDY (Joseph). — Odoriferous glands of invertebrata. Proc. Acad. Philadelphia, 1849, IV, p. 234-236, 1 pl.
1849. AGASSIS (Louis). — On the circulation of the fluids in Insects.
Proced. Americ. Associat. for the Advanc. of Science. 2 Meet.
1851. BOUCHARDAT (A.). — De la digestion chez les vers-à-soie.
Revue et Mag. de Zool., série 2, t. III.
1856. PELOUZE. — Sur la nature du liquide sécrété par la glande abdominale des insectes du genre Carabe. C. R., 43, 1856, p. 123-125.
- 1858 a. SIRODOT (S.). — Recherches sur les sécrétions chez les insectes.
Annal. d. sc. nat., série 4, Zool., t. X, 1858, p. 141, Paris.
- 1859 b. SIRODOT (S.). — Recherches sur la sécrétion urinaire chez les insectes.
Ann. sc. nat. (4), X, 1859.
1859. LIEBIG. — Enz. Jahresb. für 1859, p. 312.
1859. L. FERRER. — Sur les insectes vésicants.
Thèse de Paris, 1859.
1859. LEYDIG (F.). — Zür Anatomie der Insectiten.
Archiv. f. Anat. Phys. u. Wiss. Med., 1859, p. 33-89, 149-183. Taf. 2-4, p. 35 et 38.
1861. CLAUS (C.). Ueber die Seitendrüsen der Larve von « *Chrysomela populi* ».
Zeits. f. Wissens. Zool., XI, 1861, p. 309-314, taf. XXV.
1864. WEISMANN (A.). — Zür Embryologie der Insectiten.
Archiv. für Anatomie und Physiologie.
1869. MÜLLER (Albert). — Persistence of the Seret of *Aromia moschata*.
Zoologist. 2 sér., vol. IV, 1869, p. 183.

1871. PLATEAU. — Recherches physico-chimiques sur les Articulés.
Mém. de Acad. de Belgique, 36, 1871.
1873. GIRARD. — Traité élémentaire d'Entomologie, Paris, 1873.
1873. — LEFROY (Edward). — The Mùsh Beetle (*Aromia moschata*).
(With Woodcuts). Science Gossip., 1873-1874, p. 266-267.
1873. MAYET (Valéry). — Note sur l'*Aromia moschata* et le *Callidium hungarium*.
Ann. soc. Ent. France, 5^e série, t. III, 1873, Bull., p. CXCIX.
1874. CLAUS (C.). — Zeit. Zool., XI, p. 33.
Cité par M. Gegenbàuer. Man. d'Anatomie comparée, traduit par
C. Vogt. Paris, 1874, p. 333.
1874. CANDÈZE (E.). — Les moyens d'attaque et de défense chez les
insectes.
Bull. Ac. Roy. de Belgique, 2^e série, XXXVIII, 1874, p. 787-816.
1876. PLATEAU. — Note sur une sécrétion propre aux coléoptères Dyt-
cides. Annal. d. soc. Entomol. Belg., t. XIX, 1876, V, XIX, p. 1-10.
1876. SCHMITT-GÖEBEL. — Coleopterologische Kleinigkeiten. Setti Ent.
Zeitung, 37 Jahr, 1876, p. 338-401. Cité par Kolbe, dans Entom. Zeit.,
1876, p. 398.
1877. SERVICE (Robt.). — *Aromia moschata* (in Scotland).
Entomologist., vol. X, 1877, p. 304.
1878. HEPTBURN, A. BUCHAN. — *Aromia moschata* (in Scotland). Scottish
Naturalist., vol. III, 1876-76, p. 312.
Entomogist. vol. XI, 1878, p. 95.
1882. BREHM. — Les merveilles de la nature. Les insectes, par J. Künckel
d'Herculais.
- 1884 a. A. ROSOLL. — Beiträge zur Histochemie der Pflanzen.
(Stiz. d. Akad. der Wiss. d. Wien, 1884, Bd. 89. Abt. I, p. 137-150.)
- 1889-90 b. A. ROSSOL. — Ueber den mikro-chemischen Nachweis der
Glycoside und Alkaloide in den vegetabilische Geweben.
[25 Jahresb. des Landes. — Realgymmasiums zu Stockerau.]
Stockerau, 1889-90.
- 1884 a. BEAUREGARD (H.). — Structure de l'appareil digestif des insectes
de la tribu des vésicants.
C. R. Ac. Sc., t. XCIX.
- 1890 b. BEAUREGARD (H.). — Les insectes vésicants. Paris, 1 vol. in-8°.
1886. MAC MÜNN. — Note on a method of obtaining uric acid crystals
from the Malpighian tubes of Insects, and from the nephridium of
pulmonate Mollusca.
Journ. of Physiol. VII, n° 2, p. 128.
- 1888 a. CUÉNOT (L.). — Étude sur le sang, son rôle et sa formation de la
série animale, 2^e partie, Invertébrés.
Note préliminaire. Arch. Zool. expérim., 2^e série, t. V.
- 1894 b. CUÉNOT (L.). — Le rejet du sang comme moyen de défense chez
quelques coléoptères.
C. R. Ac. sc. Paris, t. CXVIII, 1894, p. 875.
- 1895 c. CUÉNOT (L.). — Études physiologiques sur les Orthoptères.
Arch. Biol., vol. XIV.

- 1896 *d.* CUÉNOT (L.). — Les moyens de défense dans la série animale.
Aide-mémoire Léauté, 1 vol., Paris.
- 1896 *e.* CUÉNOT (L.). — La saignée réflexe. Arch. zool. expér. et gén.,
3^e série, t. IV.
- 1896 *f.* CUÉNOT (L.). — Le rejet du sang comme moyen de défense chez
quelques sauterelles.
C. R. Ac. sc., t. CXXII, 1896, p. 328.
- 1897 *g.* CUÉNOT (L.). — Les globules sanguins et les organes lymphoïdes
des invertébrés.
Arch. anat. microscop., t. I.
- 1897 *h.* CUÉNOT (L.). — Études physiologiques sur les oligochètes.
Archiv. de biologie, t. XV, 1897, p. 91.
1889. SCHAEFFER, CÉSAR. — Beiträge zur Histologie der Insekten. Zool.
Jahrb. Morph. Abth. IV, p. 611-652, tab. XXIX, XXX, 1889.
1890. BLANCHARD (R.). — Traité de Zoologie médicale, 1890, t. II, p. 537.
(Liparis Chrysorrhæa).
1890. GIACOSA (P.). — Su di una curiosa secrezione della Agelastica
alni.
Giorn. R. Acad. d. Medicin di Torino, anno 53, 1890.
1891. BOGERT (H.). — Die Hautdrüsen der Tracheate. Iena, 1891, 8 opp.
1891. BECK. — (Salicine). Americ. Journ. Pharm., p. 581.
1891. WICKE. — (Salicine). Zit. in Husemann-Hilgers Pflanzenstoffe.
Bd. I, p. 476.
1891. VERNON et EL. BISSON. — Cellule glandulari ipostigmatiche nel
« Bombyx mori ».
Publ. R. Stazione Bacologica di Padova, vol. VI.
1891. DUPUY. — Traité des Glucosides. Paris.
1892. HAY. — On the injection of blood from the eyes of horned toads.
Proc. U. S. Nat. Museum, t. XV, 1892, p. 375.
- 1892 *a.* LATTER (Oswald). — The secretion of potassium hydroxide by
Dicranura vinula, and the emergence of the imago from the cocoon
traus. Ent. Soc. London, 1892, 287. XXXII,
- 1892 *b.* LATTER (Oswald). — Further notes on the secretion of potassium
hydroxide by Dicranura vinula (tinago), and similar phenomena in other
Lepidoptera Nature, 1895, p. 551.
1892. ZOPF. — Zur Kenntnis der Färbungursachen niederer Organismen.
IV. Carotin. Bildung und Carotin. Beitrag zur Phys. und Morphologie
niederer Organismen.
Heft 2. Leipzig, 1892, p. 12.
1893. VOSSELER. — Biologische Mitteilungen über einigen Orthoptern
aus « Oran ».
Jahreshefte des Ver. für Vatal. Naturk. in Württ., 1893, p. 87.
1895. PORTER. — Pequena contribucion a la fisiologia de los Insectos.—
Sobre la naturaleza del liquido que como medio de defensa emiten
algunos coleopteros.
Actes. soc. scient. Chili, t. IV, 1895, p. 217.
1895. LUTZ. — Das Blüten der Coccinelliden.
27 mars 1895. Anzeiger Zoolicher, p. 244-255.

1896. I. IZQUIERDO. — Sobre los líquidos arrojados por los Insectos para defenderse de sus enemigos.
Actes soc. scient. Chili, t. V, 1896, p. 257.
- 1897-98. CHOŁODKOWSKY (N.). — Ueber die Spritzapparate der Cimbiciden Larven, p. 135-143. 2 Taf. Ibid. VI.
Entomotomische Miscellen V. Ueber das Blüten der Cimbiciden Larven, p. 352-357, 1 fig.
(Horae soc. Entonn. Rossicae, XXX, 1897.)
1897. GILSON (Gustav). — On segmentally disposed thoracic glands in the larvae of the Trichoptera.
Journ. Scienc. soc. London, XXV, 1897.
1899. M.-L. BORDAS. — Les glandes défensives ou glandes anales des coléoptères.
Ann. de la Fac. sc. de Marseille, t. IX, fasc. V, 1899, 2 pl.
1899. BERLESE. — Asservazioni su fenomeniche owengono durante la ninfosi degli Insetti metabolici.
Riv. di Patalogia vegetale, vol. VIII, X, VI.
1900. VOS WINKEL. — Ueber Salcinspaltung. Vgl. Ber. pharm. Ges. Bd X, p. 31.
1900. JOWETT et POTTER. — Proc. chem. soc., vol. XVI, p. 89 (Salicine).
1901. GRIMAUX (E.). — Chimie organique. Paris, p. 355 (Salicine).
1902. A. PORTA. — Recherche sull' apparato di secrezione o sul secreto della Coccinella 7 punctata.
Anal. Anz., XXII, n° 9-10, p. 177-193, 1 pl.
1902. JOWETT et POTTER. — Chem. Centr. Bd. II, p. 803 (Salicine).
1903. PACKARD. — Text-book of Entomology including the Anatomy, Physiology, Embryology of Insects. London, 1898.
1903. BROWNS (D.). — Lokalisation des Salicin.
Pharm. Journ., 1903, p. 558.
1903. OTTO VON FÜRTH. — Vergleichende Chemische Physiologie der niederen Tiere.
Iena, 1903.
1903. Th. WEEVERS. — Jahrb. Wiss. Bot. Bd. XXXIX, p. 229 (Salicine).
1904. HENNEGUY. — Les Insectes. Paris, 1904.
1904. W. RUSSEL. — Zur Physiologie der Glykoside.
C. R., t. CXXXIX, p. 1230.
1904. COMBES (Paul). — Les glandes à parfum des Lépidoptères.
Le Cosmos, nouv. série, t. L, p. 294-296, 1 fig.
1905. CZAPEK. — Biochemie der Pflanzen, p. 549, 1905.
1907. HOLLANDE (A.-Ch.). — Étude physico-chimique du sang de quelques insectes.
Ann. Univ. Grenoble, t. XIX, n° 1, 1907.
1908. G. HALPHENET et And. RICHE. — Les phénomènes de teinture en Histologie.
Rev. sc., n° 11, t. IX, mars 1908, p. 321.
1908. GUÉRIN-GANIVET. — Action du chlore dans les teintures. Paris, 1908.

1908. K. OMI. — Ueber des Verhalten des Salicins in normalen und diabetischen Organismus.

Biochem. Zeitschr., X, 258-263, 1908.

1903. Ch. KUSUMOTO. — Die Ausscheidung der Actherschwefelsäuren in Harn nach Einführung von Salicin in den Körper des gesunden und des pankreasloser Hundes.

Bioch. Zeitschr., X, 264-274, 1908.

EXPLICATION DE LA PLANCHE I

FIGURES

1. Tube de Malpighi de *Tachyptilia populella* Clerk. *in vivo*. Gross. 250; *pl* plaste pigmentaire; N noyau; *u* cristaux d'acide urique.
- 2 et 3. Organe glandulaire évaginé et invaginé de la larve de *Melasoma saliceti*; *a*, *b*, *b'* cavités formées par les replis chitineux, où s'accumule le produit sécrété par les glandes monocellulaires *cgl*; *p.chi* paroi chitineuse externe; *f*, *f'*, *f''* fibrilles tendineuses; les flèches indiquent la poussée sanguine.
4. Coupe transversale schématique de la larve du *Cimbex saliceti*, passant par les pores trachéens, et montrant la division de la cavité générale (cœlome) de l'insecte $\times 150$; *st* stigate; *a* chitine; *b* hypoderme; *tr* trachée; *fp* fausse patte; *sc* sinus cardiaque; *sn* ganglion nerveux; *ml* faisceaux de muscles transverses; A et A' projection des pores cœlomiques par où s'effectue la sortie du sang; *mpi* membrane périintestinale; *ci* corps adipeux proximal; *co* corps adipeux distal; *g.s* glandes à soie; *in* intestin avec ses deux couches de muscles parallèles et transverses.
5. Organe métamérique évaginé de la larve de *Plagiodera versicolor*; *e* localisation du produit de sécrétion lors de l'évagination.
6. Appareil glandulaire de l'*Aromia moschata* L.; *l* lobules glandulaires; *n* noyaux des cellules glandulaires; *c* cavité interne où se réunissent les produits sécrétés.

7. Trois cellules glandulaires d'un lobule glandulaire d'*Aromia moschata* L. $\times 500$; *n* noyau; *r* réservoir; *ca* canal chitineux; *ca'* partie chitineuse du canal glandulaire.
 8. Arrivée des canaux glandulaires dans la cavité interne de l'appareil glandulaire; *p* paroi chitineuse sécrétée par les cellules bordantes; *ca* canaux glandulaires avec les noyaux allongés.
 9. Coupe transversale du corps de la larve de *Cimbex saliceti*, passant par un pore coelomique; *vo* et *vo'* lèvres chitineuses du pore coelomique; *mt* faisceau de muscles transverses; *tr* trachée; *m.pi* membrane périintestinale; *fm* faisceau de muscles longitudinaux; *cgd* cellule adipeuse du tissu distal; *cg.p* cellule adipeuse du tissu proximal.
 10. Larve de *Cimbex saliceti* dans la position qu'elle prend au moment de l'émission sanguine; *j* jet de sang; *p* pores coelomiques.
 11. Leucoma salicis; *b* endroit où s'effectue la sortie du sang de l'insecte.
 12. Appareil de sortie du sang de leucoma salicis $\times 450$; *a* et *a'* supports chitineux lisses sur lesquels s'appuient à l'état de repos les volets *d* et *d'* mobiles autour des charnières *e* et *e'*; *b* et *b'* ampoules chitineuses exertiles; *c* et *c'* endroit où a lieu la rupture de l'ampoule lors de l'émission du sang.
 13. Pore coelomique de la larve du *Cimbex saliceti*; *vo* et *vo'* bourrelets chitineux dorsal et ventral bordant l'orifice de sortie du sang.
 14. Thorax de l'*Aromia moschata* L. adulte, vu face ventrale; *orf* et *orf'* orifices de sortie du liquide sécrété par les deux glandes odorantes.
-

EXPLICATION DE LA PLANCHE II

FIGURES

1. Cellule glandulaire faisant partie d'une vésicule exsertile métamérique de la larve du *Melasoma saliceti* Ws. Coloration thion.-éryth.-fuschine. Leitz oc. compens. Gross. 575; fixation sublimé acétique.
2. Pore coelomique de la larve du *Cimbex saliceti* Zadd. montrant l'attache sur la chitine des fibrilles musculaires.
Mêmes fixation et coloration que pour fig. 1. Gross. 575.
3. Cellule d'un tube de Malpighi de *Tachyptilia populella* Clerk montrant la disposition périnucléaire des plastes pigmentaires; à l'intérieur cristaux d'acide urique, fixation Liqueur de Boin-Duboscq et coloration de Mann. Gross. 575.
4. Cellule adipeuse du tissu proximal chez la larve du *Cimbex saliceti* Linn., noyau ramifié, présence de cellules à urates enclavées.
Fixation sublimé de Schaüddinn et coloration thion.-éryth.-fuchsine. Gross. 800.
- 5 et 6 Cellules à urates de la larve du *Cimbex saliceti* Linn. montrant l'évolution du corps acidophile précurseur de la formation de la vacuole.
Fixation sublimé Schaüddinn, coloration thion.-éryth.-fuchsine. Gross. 2.250.
7. Plaste pigmentaire de la cellule malpighienne de la chenille de *Tachyptilia populella* Clerk.
Couleur naturelle du plaste *in vivo* grossiss^t 1.500.

8. Ce même plaste traité par l'alcool absolu, contraction de la matière albuminoïde.
 9. Virage en rouge de ce plaste en présence de l'oxygène.
 - 10, 11, 12 et 13. Mode de formation du plaste.
 - 14 et 15. Résultats de l'action de l'eau chlorurée sur le plaste pigmentaire, extravasion du pigment.
 16. Cristallisation de la substance pigmentaire du plaste, après son extravasion à la suite de l'action de l'eau chlorurée.
-



